零碳城市手册



VISIT…

LANZAROTE
Caliente.com

关于

欢迎阅读《零碳城市手册》

本手册提出了22项能够帮助城市实现零碳目标的行动建议。这些建议按照行业分为5个章节。

关于落基山研究所

落基山研究所 (Rocky Mountain Institute, RMI) 是一家于1982年创立的专业、独立、以市场为导向的智库。我们与企业、社区、科研机构及创业者协作，推动全球能源变革，以创造清洁、安全、繁荣的低碳未来。落基山研究所致力于借助经济可行的市场化手段，加速能效和可再生能源取代化石燃料的能源结构转变。落基山研究所在北京、美国科罗拉多州巴索尔特和博尔德、纽约市及华盛顿特区设有办事处。



综述

寄语 2
关于本手册 4
目标零碳城市 6
融资机制 8
排放与建议 10
建议类型 11
案例城市分布图 12

页码

13–24

章节

1



建筑

总览 13
1 城市建筑改造 14
2 净零规范 16
3 渐进式规范 18
4 智能LED照明 20
5 对标管理与透明化 22
可参考的资源 24

页码

25–40

章节

2



交通与出行

总览 25
6 市政车辆电气化 26
7 减少内燃发动机车辆 28
8 减少货运排放 30
9 电动汽车充电 32
10 零车辆市中心 34
11 替代出行方案 36
12 公共交通 38
可参考的资源 40

页码

41–50

章节

3



电力

总览......41
13 LED智能路灯......42
14 区域电气化......44
15 市政太阳能安装......46
16 市政可再生能源供应......48
可参考的资源......50

页码

51–58

章节

4



工业

总览......51
17 清洁工业供热......52
18 高效电机......54
19 操作培训......56
可参考的资源......58

页码

59–66

章节

5



生物资源

总览......59
20 有机垃圾的转化处理......60
21 城市绿化......62
22 鼓励素食......64
可参考的资源......66

作者

Peter Bronski (Inflection Point Agency), Koben Calhoun, Jacob Corvidae, Jon Creyts, Matt Jungclaus, James Mandel, Elizabeth O’ Grady

* 作者按姓氏首字母顺序排列。除特别标注外，所有作者均来自落基山研究所。

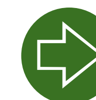
联系人

Jacob Corvidae, jcorvidae@rmi.org
Matt Jungclaus, mjungclaus@rmi.org

建议引述

Koben Calhoun, Jacob Corvidae, Jon Creyts, Matt Jungclaus, James Mandel, Elizabeth O’ Grady, Peter Bronski.《零碳城市手册》，落基山研究所，2017年11月

除特别注明外，所有图片均来自iStock



下一步工作

总览......67
下一步工作......68

寄语

欢迎阅读《零碳城市手册》。未来几年是全球各地的城市开始行动并领导世界应对气候变化的至关重要的时期。更坚定、更雄心勃勃、更迅速的行动，是我们每一个人，也是全人类共同的责任与机遇。

对于城市来说，气候变化会给经济发展、健康水平以及稳定性带来威胁。但一旦采取应对气候变化的迅速行动，也能为其带来机遇促进经济发展、健康水平以及稳定性。城市的管理者有能力推动实践性变革，改善城市的住房、商业、社区和地方环境等，并提高市民的生活质量。

我们非常自豪能够推出这部手册，帮助全球各地的城市更容易地开展应对气候变化的行动。几乎所有的城市都可以学习这些行动建议并在当地应用，并且在一年之内就能看到成效。我们筛选的大多数方案都能在各地得到普遍应用并取得令人瞩目的经济效果。基于我们的经验，“完整落实”的气候变化行动方案能够促进而不是阻碍城市的发展。过去35年来，落基山研究所一直关注于通过可行的解决方案来证明我们的观点，而不是盲目依赖于乐观的希望。我们将这一角度称为“应用型希望”。

我们尚未找到所有问题的答案。本手册中提出的建议也不能让你完全实现零碳目标，但它们将帮助你走上一条经济有效的转型之路，而这些正是最关键的起始步骤。随着转型的深入，我们将共同学习更多实现零碳目标的方法。

感谢你使用这本手册。感谢你现在就展开行动，并积极拥抱“应用型希望”。也感谢你加入我们的队伍，为全人类打造零碳城市和一个繁荣、绿色、安全的低碳世界。

—落基山研究所首席执行官、董事会成员



2017年6月发生了一件了不起的大事件。作为《巴黎气候协议》的一部分，全球超过7400座城市的市长联合起来，领导地方行动共同应对气候变化。温哥华也加入了由全球近6400座城市组成的“全球市长气候与能源盟约”，我对此感到无比自豪。

我们的城市已经开展了大量工作来促进城市可持续发展并参与应对气候变化。作为我们“绿色城市行动计划”的一部分，我们已承诺到2020年成为世界上最绿色的城市。这对温哥华意味着什么？意味着我们的城市将在2050年摆脱对化石燃料的依赖，实现100%应用可再生能源的目标，成为设计与建造绿色建筑的全球领袖，并实现零垃圾的目标等等。

向绿色未来的转型也能令我们的本地经济受益。到2020年，我们不仅将提供比2010年水平多一倍的绿色工作岗位，也将看到数量翻倍的企业积极参与绿色经营。

我们对已经取得的进步感到无比激动，但这只是个开始。我们需要更坚定的行动来应对气候变化。

今年11月，全球领袖将再次聚集于德国波恩参加联合国气候变化大会。这是一次绝佳的机会让城市登上世界舞台，让世界听到它们的声音。在温哥华，我们正在通过前所未有的努力，以实际行动应对气候变化，我也希望其他城市加入我们充满雄心的转型行动中来。全球城市联合起来，我们能够对我们这一代人以及后代所面临的最大挑战——也是最大机遇——做出具有实际意义的重要影响。

—温哥华市市长



图片来源（从左到右）：RMI; Ariane Colenbrander; Jess Miller

我们的职位头衔可能听起来不尽相同，如首席可持续发展官员、环境董事、弹性官员、气候行动领导、能效经理、交通管理与运行董事等等，但我们都有一个共同的使命：改善城市居民的生活质量，提高城市政府的运转效率。

我们都生活在同一个地球，并且我们相互之间紧密相连。

今天，我们的生活质量比过去任何时候都更加依赖于城市的良好运转、交通状况、我们所吃的食物、呼吸的空气以及我们生产和消费的能源。而所有这些问题无不与气候变化密切相关。

对于在这个不断变化且越来越不稳定的气候中发生的洪水、干旱、火灾、暴风雪和其他自然灾害，我们不可能“视而不见”。虽然对其坐视不管可能会让我们一时安逸（许多人仍然是这样），但作为领袖、父母甚至是普通人，我们有责任和义务尽自己所能去理解和应对这些问题。城市贡献了全球温室气体总排放的75%，这意味着城市必须在减排中扮演关键和主要的角色。

2004年，悉尼市在Clover Moore市长的带领下正是这样做的。悉尼自2007年起通过购买绿色电力和碳抵消成为了澳大利亚首个实现碳中和的地方政府，并设定了到2030年实现在2006年基础上70%使用可再生能源的目标。从那时起，这座城市已完成了18个太阳能项目建设，减排180吨，并设立了每年两百万澳元的可再生能源基金。从2006年起，我们通过建筑改造已实现市政建筑减排达17%。

在悉尼取得这些成绩的同时，澳大利亚政府的其他层面却相对缺乏行动力。这更强调了地方政府在地方层面改善市民生活的重要性。无疑，不断变化的气候环境将给人类带来众多挑战。我们今天在地中海气候下为子孙后代种下的路边树木也许无法适应未来的亚热带气候。而我们所熟知的城市热“岛”作用已经发展成为了城市热“洲”作用，50年前建造的住房已经无法再适应当前的气候条件，但是我们现在建造的住房必须能够适应这些条件。

我们目前拥有的机遇需要我们鼓起勇气去面对现实，理解并努力帮助其他受到气候变化负面影响的人们，而最重要的，是利用必要的创新精神重新思考能够保护我们自己和我们生态系统的选择、可能性以及解决方案。

这些努力是悉尼无论作为澳大利亚最大的城市之一，还是在全球舞台上发挥重要作用的基础，也是其他城市发展的借鉴。

确实，世界上许多城市现在都设立了他们的首位首席可持续发展官员。一些领先的城市甚至已经有了不止一位这样的官员。另外一些城市也将在不远的将来设立类似的职位或类似的办公室。许多城市的个人、团队及众多组织部门都背负着同样的责任感和使命感。

无论如何，我们都是一群怀有共同信念的合作伙伴，虽然我们被城市间的地理距离分隔，但又被共同的愿景和经验牢牢地联系在一起。也许在发展道路上，一些城市比其他城市走得更远，但我们仍然都在互相学习，互相鼓励。我们都在以自己的方式大步迈向零碳城市的目标。在许多方面，实现这一目标是我们最大的激励，我们能够将其实现。而这本手册中的建议能够帮助我们了解从哪里开始，如何前进。

—Jess Miller 议员，悉尼市副市长，悉尼环保委员会副主席，大悉尼委员会环保组成员



关于本手册

《零碳城市手册》帮助市政工作人员实施气候政策和行动，坚定地推动城市向可持续、低碳经济的积极转型。本手册主要关注于立竿见影、无悔的初始行动计划，而不是缓慢的递进式改变。我们希望通过运用政策并展开行动来取得真正的、变革性的结果。

本手册是一部指南针，为城市转型指明了方向。但它并不是一张完整详尽的航行路线图。我们在其中推荐了很多可参考资料供您研究和探索，您可将它视为一个开端。

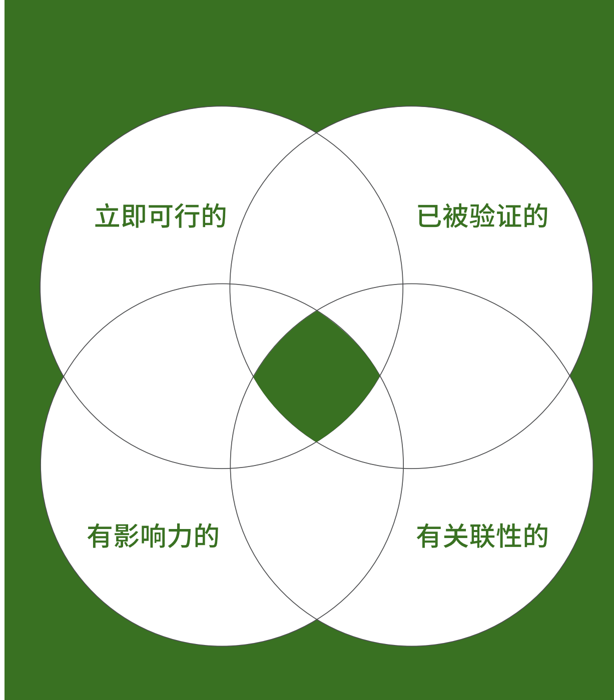
选择标准

本手册的核心内容是22项无悔减排行动建议，几乎每座城市要开始实现零碳目标都应该从这些行动着手。我们应用了四条主要的选择标准从数百种可能的方案中筛选出了这一系列建议。

这四条选择标准如下：

- 立即可行的：能够由城市工作人员在一年之内启动
- 已被验证的：已在近期得到验证并且经济可行，同时提供了应用城市的成功案例
- 有影响力的：这些前沿解决方案能够实现立即见效的显著影响，或实现长期的大规模碳减排
- 有关联性的：在全球多数城市可行（适用城市规模：10万人以上）

本手册中许多章节的开头都介绍了城市凭借自身资产和运营能够开展的行动。这些建议可能并不总能对城市整体碳排放带来显著的直接影响（虽然能够显著影响城市政府的碳足迹）。然而，它们常常能够激励城市中的其他人开始行动并展现城市的领导力。一些建议的提出是基于省级或州级层面推出的案例。我们只收录在城市领导力下同样可行的此类案例。





内容格式

本手册提供的建议分为5个核心章节。每一章节的内容包括:

总览

此章节行动建议的简要描述

行动文件

特定政策文件、投标申请书（request for proposal, RFP）、指南、条例、行动计划、工具以及可用作启发和参考的城市应用案例

如需更多关于行动文件资料，推荐资源和额外引述文件，请访问 rmi.org/carbonfreecities

关键注意事项

针对特定建议必须了解的信息，包括：

- 注意事项：潜在挑战、警示、常见错误
- 最佳实践：如何实现
- 进一步建议：对有意向积极应用某一特定建议的城市给出的“额外建议”

城市图文案例

通过简要的图文案例描述城市行动方案的亮点案例。

本手册中所有案例均出自城市政府工作人员访谈、政府文献，或本手册发布官网(https://www.rmi.org/carbonfreecities/)中的“推荐资源(recommended resources)”或“其他引述(additional citations)”版块。

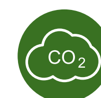
全球城市典范

在某一条行动上领先的其他城市和政府案例

每一章节的结尾都提供了与本章节建议相关的其他可参考的资源

成果

以下图标分别代表了建议行动能够带来的主要成果：



碳排放：所有建议行动都可通过潜在的、积极的气候影响实现碳减排，无论是直接、间接、辅助的方式还是I-II-III级范围等。



经济效益：包括能源成本节约、可避免的运营和维护成本、以税收或收费形式增加收入、创造就业、房地产增值、商业吸引力提升、员工生产力提高以及其他经济效益。



健康与环境效益：包括空气质量的提高、营养水平的改善、更多机会进行体育活动以及其他健康与环境效益。



安全与韧性：包括改善街道照明、减少行人和交通事故、消除因燃料燃烧造成的危险、增加紧急备用电源以及其他公共安全和城市韧性的效益。



美学：包括城市美化和绿化、更清洁的街道景观、建筑设计美化和其他能够增强城市自豪感并提升市民幸福感的美学效益。



城市服务与公平性：包括更便捷的城市服务（尤其是对低收入市民而言）、为市民提供更多选择余地，以及服务于普通大众群体的其他效益。

目标零碳城市
设定100%目标的重要性

“虽然本手册中提出的大多是非常具体化的建议，但其中提到的全球各地的城市通常都有一个同样的主题：他们都设定了坚定的、富有雄心的100%目标。无论这个100%指的是100%可再生能源供应，净零能耗建筑，还是100%电动汽车应用，或是不含任何有机物的垃圾丢弃等。”

设定这样积极的目标以及具体的完成期限是非常重要的。它可以提供高瞻远瞩的领导力，并成为城市行动源源不断的动力源泉。而在本手册的建议中，这些目标的设定也为各项具体的短期行动提供了大背景。换句话说，100%目标将即时性的分散行动（也就是这本手册）和城市的终极零碳气候愿景有机地联系在了一起。

城市如何选择构建100%目标的方式各不相同，很大程度上要取决于各地的具体情况。要在某方面实现100%的目标意味着在另一方面必须达到0%。零碳城市需要为了实现其目标而做出其他方面的牺牲；它们需要实现从一个现实向另一个现实的转变。

这种二元性体现在城市如何区别性地传达一条禁令和一个目标，比如：

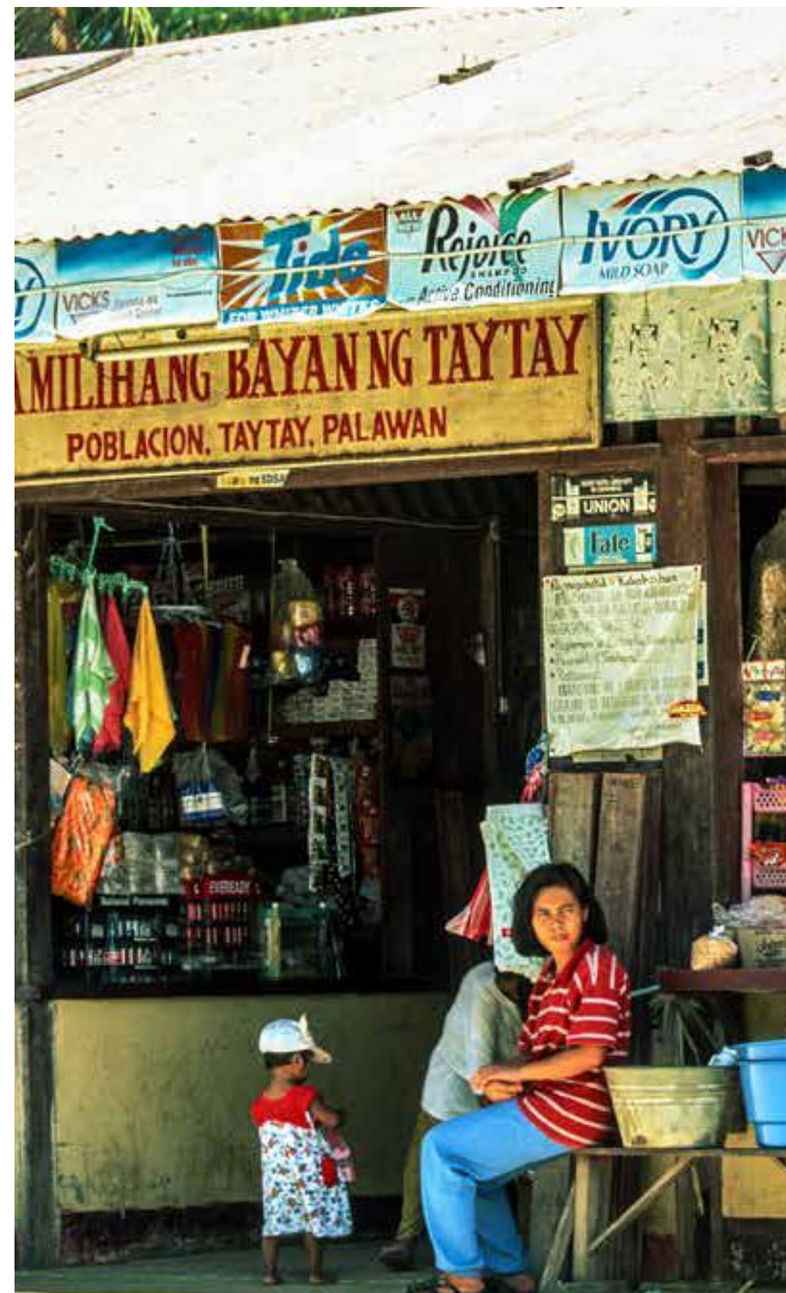
- 禁止使用白炽灯泡 – 100%使用LED照明
- 禁止使用内燃发动机汽车 – 100%使用电动汽车
- 禁止天然气使用区并禁止城市使用化石燃料 – 100%使用可再生能源

要实现这些目标当然需要不同的策略，但这些策略大多可以归纳为3个互相关联的类别：

- 降低：降低能源消耗（包括用电量、车辆出行距离、建筑供热/制冷需求量等）
- 电气化：从主要燃烧化石燃料（如使用燃气取暖、加热水和做饭；内燃发动机汽车）向电气化转变（如热泵、电炉、电动汽车）
- 替代：在实现电气化的基础上，用零碳可再生能源（如风能、太阳能、水能、地热能）取代化石燃料发电

宏伟的100%目标配合积极的行动所获得的最终结果都是相同的：即通过转型性变革降低气候变化的影响。这种结果是在短时间内实现显著的快速改变，而不是缓慢递增式的变化。





全球城市典范 – 100%可再生能源/电力

全球已有数百座城市承诺100%使用可再生能源电力。以下是部分已做出承诺的城市：





制定100%目标需要具备哪些要素?

本手册突出介绍了每一座城市在今天都应开展的具有影响力的无悔减排行动建议，不论是否需要长期、完善的规划。但当一座城市准备好设定宏伟的气候目标，并制定计划实现该目标时，需要具备以下几点成功要素：

- **定义：**对100%目标的范围包括什么和不包括什么做出明确的定义。
- **期限：**给100%目标设定一个既富有雄心又适当可行的时间期限。
- **里程碑：**设置中期里程碑，从而在推进过程中确保工作的顺利进行，并通过定时检查来确保工作进展符合整体规划。
- **评估：**对100%目标进行全面的技术性和经济性评估，支持以科学为基础的目标和政策，并对实现这些目标所需的努力进行真实、详尽的了解。
- **行动计划：**制定一套具备具体实施策略的行动计划。
- **社会化：**广泛培养来自城市各界的支持（如普通大众、企业、受到影响的各利益相关方），从而确保推动目标实现的努力不会因为缺乏各方意愿而受到阻碍。

更多资料，欢迎访问 www.wenku120.com

融资机制

获取资本和创新的融资机制往往是决定行动或项目能否推进的关键要素。无论对于市政项目（也就是政府部门项目），还是私营部门发起的项目来说，城市在创造或拓宽融资选项以及降低此类融资获取的难度方面都发挥着重要作用。

政府部门和私营部门项目的融资机制：

- **传统融资：**对城市而言，传统渠道包括通过发行市政债券（包括市政绿色债券）的形式筹集资金，常由投资银行认购。对私营部门而言，传统渠道包括通过商业银行贷款形式的融资渠道。
- **合同能源管理（Energy Performance Contracts, EPC）：**能源服务公司（energy service companies, ESCO）常常利用合同能源管理的方式，通过撬动第三方资本为整体能源改善项目提供资金，同时由项目承诺的节能成本支付融资成本。
- **第三方所有制：**第三方投资并拥有产品或服务所有权，由主要实体（也就是城市或部门）支付投资的所有成本（本金、利息、运营和维护成本等）。包括租赁和服务协议。
- **绿色银行/能效投资公司：**致力于资助可再生能源、能效以及其他清洁能源和绿色基础设施项目的准公共事业机构，常常与私营借贷机构共同合作。
- **账单支付：**电力公司或第三方贷款机构电力用户（如建筑业主和用户）提供融资以进行能效升级。电力公司每月通过其收费平台向用户收取每月还款额。
- **城市资金：**城市运用某年目标项目收入为新投资项目提供资金（例如，利用拥堵费收入投资于其他交通和出行项目）。可包括碳税。

城市为私营部门项目发起的融资机制：

- **能源贷款：**制定针对可再生能源和能效项目的贷款计划，例如将还款收益再次投入新贷款的循环贷款。
- **补贴或混合贷款：**城市提供的低利息或零利息贷款与商业银行发起的市场利率贷款相结合的贷款方式。
- **政府和社会资本合作（PPP）：**城市授予指定的私营实体负责某一特定项目，包括提供基础设施资产、项目落实和持续服务等的综合业务。
- **信用增级：**城市为私人债权人提供资金或担保（如贷款损失准备金、贷款担保），在特定情况下弥补借款方违约造成的损失。因此，债权人能够以比其他方式更低的利率提高信用等级。
- **资产评估性清洁能源（PACE）融资机制：**与房产（而不是业主）绑定的融资机制，可以在房产出售时随房产所有权一同转移，并通过对房产税账单的评估进行偿还。目前仅在美国应用。在澳大利亚有类似形式。加拿大、中国、欧洲和南非都在研究与PACE类似的融资机制。



重要注意事项

- **识别融资障碍并匹配融资机制：**在评估潜在的融资机制时，应充分考虑到当前存在的获取资本的障碍，这种障碍往往与行业和客户类型相关。考虑直接与目标利益相关方接洽，全面理解他们面对的挑战并识别合适的融资机制。
- **评估角色：**在选择融资方式前，评估每一位参与项目的利益相关方的角色与责任，包括所有权、项目落实、风险抵御以及运营和维护等。一种普遍的评估方式是将所有利益相关方的角色、资金流向、信息和服务等统一起来进行综合考虑。
- **评估关键促成因素：**创新融资机制的成功应用常常需要对关键促成因素足够重视。例如，实施一项社区范围的融资机制常常需要教育大众该项目能够带来的机遇和相关效益。

相关资源

- 市场转型研究所（Institute for Market Transformation）对地方政府在能源项目融资中所担任角色的指南
- 欧盟政府和社会资本合作融资解决方案综述
- 能源部门管理辅助计划（世界银行）
- 绿色债券最佳实践
- 绿色银行资源
- 碳税中心

如需查阅更多有关这些机制的相关资源，请浏览网站 rmi.org/carbonfreecities

墨尔本可持续发展基金

墨尔本可持续发展基金（Sustainable Melbourne Fund，SMF）由澳大利亚墨尔本市议会于2002年成立，以信托基金形式帮助建筑业主、企业、投资者和地方委员会降低他们的碳足迹。SMF提供的环境升级融资能够为建筑升级项目提供贷款，贷款的偿还则由市政委员会负责管理。



贝洛奥里藏特LED照明政府和社会资本合作（PPP）项目

贝洛奥里藏特是巴西第六大城市。该市于2016年启动了一项政府和社会资本合作项目，将超过17.5万盏路灯升级为高效LED照明。该项目协议总价3亿美元，合作期20年，是拉丁美洲最大的一单公共路灯照明合约。

更多资料，欢迎访问 www.wenku120.com

排放与建议

这张图表展示了两方面内容：1.对于大型城市而言，每个部门的温室气体排放占总排放比例的平均值；2.本手册对这些不同部门提供哪方面的建议。
（数据来源：C40与Kennedy）



注意，不同城市各部门的排放比例可能有很大差别。如利马的排放图标中，垃圾和交通部门的排放比平均水平高很多。



建筑
建筑/固定房产，48%

1 城市建筑改造
2 净零规范
3 渐进式规范
4 智能LED照明
5 对标管理与透明化

生物资源
（未包括在标准排放追踪范围内）

22 植物性饮食

交通与出行
交通，36%

6 市政车辆电气化
7 减少内燃发动机车辆
8 减少货运排放
9 电动汽车充电系统
10 零车辆市中心
11 替代出行方案
12 公共交通

电力
所有部门排放按照能源来源计算，来自电力的排放占比为25%。

13 LED智能路灯
14 区域电气化
15 市政太阳能安装
16 市政可再生能源供应

生物资源
垃圾 7%

20 有机垃圾的转化处理

工业
工业 7%

17 清洁工业用热
18 高效电机
19 操作培训

生物资源
农业、林业以及其他土地应用（AFOLU）3%

21 城市绿化

建议类型

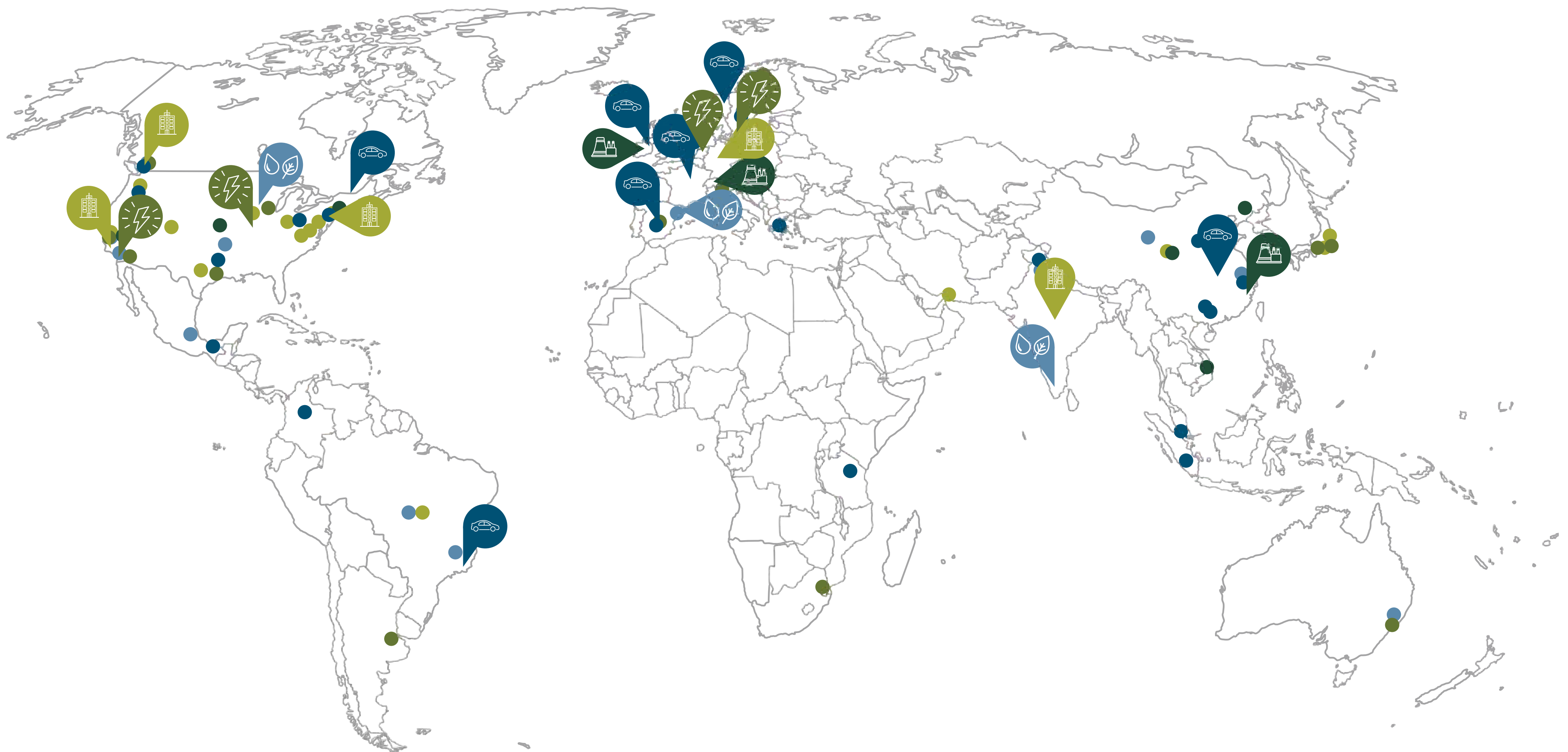
手册建议

	城市可控程度	应对气候变化的即时成效规模	建筑	交通与出行	电力	工业	生物资源
以身作则 城市直接管控，对推动地方行动有重要作用			1. 城市建筑改造	6. 市政车辆电气化	13. LED智能路灯 15. 市政太阳能安装 16. 市政可再生能源供应		21. 城市绿化
结构性城市转型 在多数城市的管理范围内，具有全市范围影响力			2. 净零规范 3. 渐进式规范	7. 减少内燃发动机车辆 8. 减少货运排放 10. 零车辆市中心 11. 替代出行方案 12. 公共交通	14. 区域电气化	17. 清洁工业用热 18. 高效电机	20. 有机垃圾的转化处理
促成相关机制 为更多人更容易地开展气候行动创造机会			4. 智能LED照明 5. 对标管理与透明化	9. 电动汽车充电		19. 操作培训	22. 植物性饮食

更多资料，欢迎访问 www.wenku120.com

案例城市分布图

本地图展示了本手册所提到的各个案例项目的地理位置。图标代表城市图文案例，圆点表示全球城市典范。



对许多城市来讲，建筑都是最大的碳排放源。如果将建筑物转变为净零能耗建筑，不但可以减低碳排放，还能为人们提供更健康更舒适的居住环境。采用智慧的方式改造现有建筑和建造新建筑，能够为城市创造新的经济增长点。

章节

1



建筑

消除与建筑相关的碳排放

1 城市建筑改造 14
2 净零规范 16
3 渐进式规范 18
4 智能LED照明 20
5 对标管理与透明化 22
可参考的资源 24

城市建筑改造
发展净零能耗标准建筑

对所有已建的政府持有物业（包含公租房），进行深度能效改造，使市政设施达到超高能效或净零能耗标准。如果配以现场可再生能源发电设施，这些建筑均能实现净零或近零能耗。

行动文件
如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 欧盟官网公布了其近零能耗建筑目标，包括公共建筑目标，还公布了各个国家的指导政策（建筑能效指导政策）、国家规划和成果报告链接。

关键注意事项

- 签署能源管理合同和其他类似机制能够减轻建筑升级项目初期缺乏资金的问题
- 过于激进的能效升级项目（如建筑外墙升级）可能影响住户或建筑运行；逐步升级改造手段可以减轻此类影响
- 为已建建筑升级改造项目设置明确的时间线（如截止日期、目标日期），并加强沟通
- 在可行的情况下，将深度能效改造与计划中的建筑升级项目同时进行
- 在长期规划中纳入现场可再生能源发电，从而逐步实现净零能耗







← 德国 法兰克福

2010年，德国法兰克福市要求所有政府持有物业——包括市政用房和公租房——都必须满足被动房标准（一套针对建筑能效的严格标准）。在此承诺出台前，法兰克福市已在2007年要求所有新建建筑满足被动房标准，并因此在2009年被动房年会上荣获“被动房之都”的称号。不仅在市政层面发挥领导作用，法兰克福市还为房产开发商推出了被动房补贴政策。今天，法兰克福市已拥有建筑面积超过30万平方米的被动房，并规划了超过50个被动房开发项目，包括世界上首个被动房医院。

全球城市典范

美国加利福尼亚州 | 到2025年，所有新建政府持有物业和主要翻新工程都应达到净零能耗水平（NZE）；到2025年，现有政府持有物业面积的50%都应达到净零能耗水平。

欧盟|到2018年，所有公共建筑都应达到近零能耗水平。

日本 | 到2030年，所有新建公共建筑都应达到零排放水平。

美国联邦政府 | 到2030年，所有的建筑面积大于5千平方英尺的新建联邦建筑都应达到净零能耗水平。



净零规范
逐步要求全市新建建筑达到净零能耗水平

应用建筑规范标准，逐步要求所有新建建筑实现净零能耗或实现准净零能耗（具备超高能效但不具备现场可再生能源）。设定目标年限，在目标年限之后进入规划和许可阶段的新建建筑都必须符合净零能耗要求。在建设初期就以净零能耗标准完成新建建筑开发是最具成本效益的方式。所有新建市政建筑都应该要求实现净零能耗。

行动文件
如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《美国圣塔莫尼卡市绿色建筑能耗范围规范》，包括规范总览、术语、要求等
- 新建建筑研究所《新建住宅建筑净零能耗指南》，旨在帮助建筑商/开发商满足规范要求

自1980年国际编制模式规范被广泛采用以来，住宅和商业建筑规范的不断更新已经使建筑行业整体能效提高了40%。





美国 加州 圣塔莫妮卡

美国加利福尼亚州圣塔莫妮卡市政府通过了一部法令，这是世界上第一部规定所有新建单个家庭住房都应达到净零能耗水平的法令，自2017年开始执行。该城市法令是加州能效战略计划在当地的本土化实施，也加速了这一计划的进程。该战略计划要求所有新建住宅和商业建筑分别在2020年和2030年实现净零能耗。圣塔莫尼卡市政工作人员与该市主要私营电力公司南加州爱迪生公司合作制订了城市的法令，旨在综合运用经济可行的能效设计和可负担的可再生能源。该法令要求单个家庭住宅、双层公寓和低层多住户住宅在《2016年加州能耗规范》规定范围的基础上再减少15%的能源用量，进而实现净零能耗目标。

“圣塔莫尼卡对于引领全球净零能耗建筑标准感到非常自豪，这能够让我们的城市更具韧性并能充分抓住当前的经济发展趋势。”

——Joel Cesare，圣塔莫妮卡市可持续建筑顾问，LEED绿色建筑设计与施工认证专家，LFA





关键注意事项

- 许多建筑商/开发商认为新建净零能耗建筑需要大量的前期成本投入，这些错误认识可以通过培训来纠正
- 建立能够撬动低成本资金的融资机制，降低高能效建筑的前期成本（如资产评估性清洁能源融资机制[PACE]）
- 为城市立法机构和房地产及建设行业重要利益相关方提供政策引导
- 开展地方职业市场培训，提高施工水平
- 为净零能耗项目提供优先许可（如加快批复速度，降低收费）和/或其他政府激励措施，鼓励开发商在政策生效前尽早采用净零能耗建筑开发标准

全球城市典范

美国加利福尼亚州 | 到2020年，所有新建住宅建筑都应达到净零能耗水平；到2030年，所有新建商业建筑都应达到净零能耗水平

欧盟 | 到2021年，所有新建建筑都应达到近零能耗水平；德国等部分国家已制订了实现这些目标的具体实施政策

日本 | 各类净零能耗建筑和净零能耗住宅政策都将在2020年和2030年开始执行

渐进式规范

对已建建筑采用渐进式规范进行能效升级

要求既有建筑在出售、再融资、大规模翻新或安全性改造升级的重大时机，按照一定的单位建筑面积能耗标准对建筑进行节能改造。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《加拿大温哥华市能效改造进程》
- 《加拿大温哥华市能耗要求、表单和核查清单》

关键注意事项

- 来自房地产和建筑行业的反对可能会延缓规范的应用速度
- 选择合适的改造时机，目标在今后的10到20年中对最大比例范围的建筑造成影响
- 首先关注于实施能力较强的较大型建筑，同时通过分步骤/渐进式规划降低小型建筑业主的改造压力
- 开发融资机制帮助小型建筑业主和房主降低前期成本压力，并为低收入居民提供住房补助
- 与城市管理者、房地产市场、建筑市场、商业建筑和住宅建筑业主/租户合作，了解市场存在的风险，减少市场干扰，并建立互助模式
- 随时间推移，规范越来越严格，最终达到净零能耗标准





加拿大 英属哥伦比亚 温哥华

加拿大英属哥伦比亚省温哥华市引入了加拿大的第一部针对既有大型建筑的能效规范/细则。该规范规定，当建筑物进行修复、租户改造、项目添加或主要用户类别变更时，需要同时进行能效升级，也包括人员安全、结构完整性和无障碍设计在内的其他升级。在颁发建筑许可前，市政府要求建筑能效提升方提供完整的"能效方案包"（证明项目符合城市能效要求的文件），包括多项ASHRAE 90.1-2010标准的相关要求。该既有建筑能效规范是温哥华市新建建筑规范的补充升级。温哥华市投入资金以开发新流程，创建合规工具，培训城市工作人员和产业人员，并与大温哥华地区住宅建筑商协会达成合作。

» 到2020年，实现已建建筑温室气体排放比2007年水平降低20%的目标

"由于能效升级带来的种种显著效益，温哥华的建筑业主们都在积极应用超越行现行标准的要求，开展能效升级项目。"

——Doug Smith，温哥华市可持续发展小组





左下图来源：Green Energy Futures – David Dodge；左上图来源：Doug Smith

全球城市典范

美国华盛顿州西雅图 | 能效规范要求其已建建筑符合最新《国际节能规范（IECC）》对"已建建筑和结构的改造、修理、项目添加及居住人变更"的要求

美国加州旧金山 | 《旧金山住宅节能条例》要求房屋业主在出售住宅前，需要在限定价格内进行能效检查并完成基本节能和节水措施的改造升级

瑞典 | 进行改造的建筑必须保证改造后的部分符合新建建筑的能效规范要求

日本东京 | 随着目标城市建筑的限额交易计划深入进行，实际减排量已经超过了限额要求，同时大多数建筑并未依靠交易来满足规定

建筑产生的排放平均占大城市温室气体排放总量的50%

智能LED照明

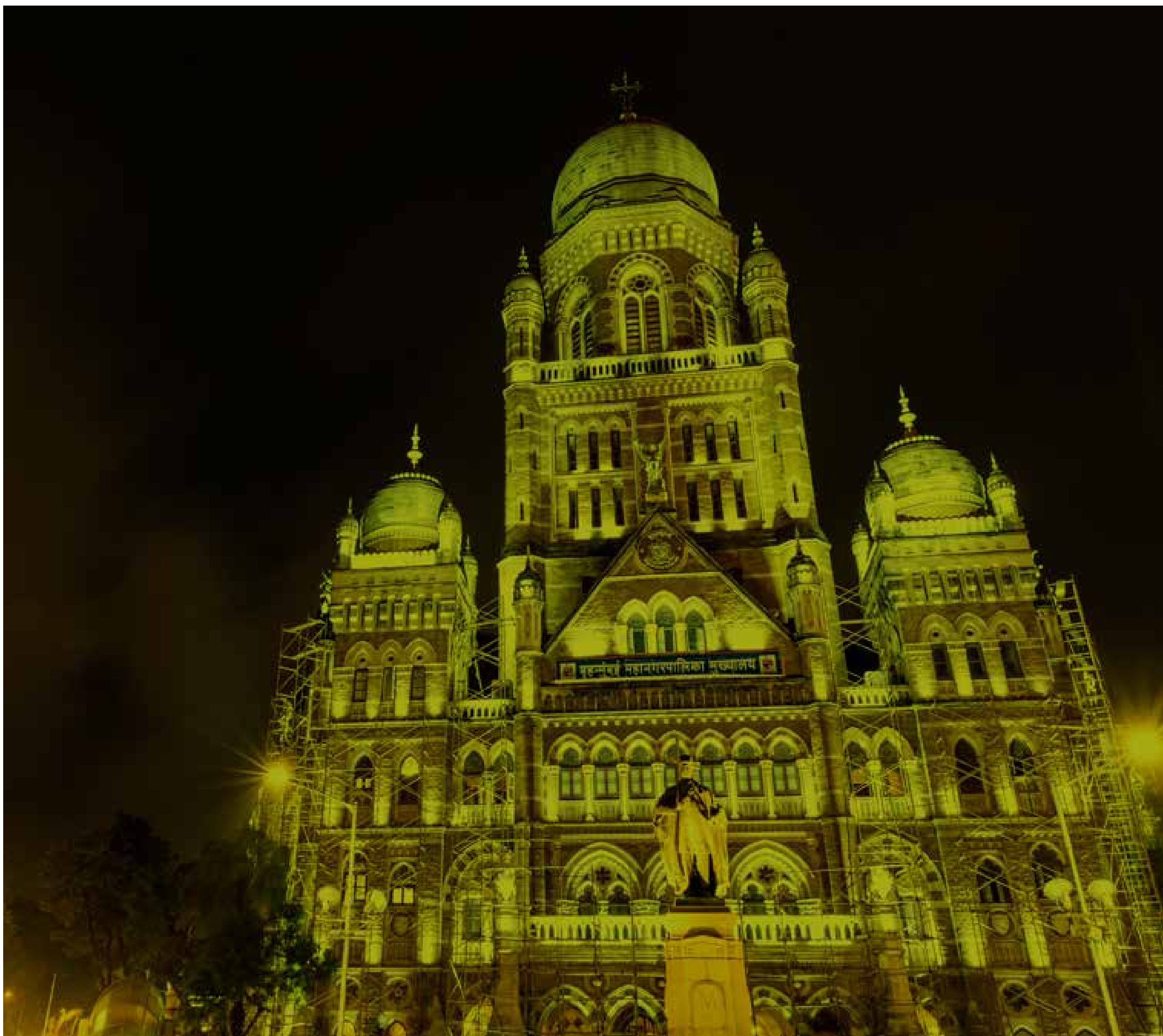
用智能LED替代所有照明设施

制定政策，在全市范围支持室内照明的LED升级。为低收入市民提供有针对性的购买降价（Buy-down）计划，并逐步要求有较强前期成本支付能力的个人和机构进行升级。除能源成本节约外，维护成本也会大幅降低。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 通过印度高效照明项目进行LED采购和分销的机构应用的《能源服务协议》
- 印度高效照明项目优选LED技术规格
- 《纽约市地方法》第88条，做出了对能效照明升级的要求





印度

印度总理纳伦德拉 • 莫迪在2015年推出了“印度高效照明项目”（UJALA），旨在推动长寿命高能效的LED照明在印度的应用。虽然LED照明的成本不断大幅下降且性能不断提升，但其前期成本与传统灯泡成本的差价仍然阻碍了LED照明的进一步普及。为此，该项目在印度能源部管理下设立了国有组织“能效服务有限公司”（EESL），由后者大量采购LED灯泡再低价出售给用户。该项目目标在印度全国更换7.7亿只白炽灯泡。截至2017年10月中旬，该项目已销售近2.7亿只LED灯泡，成为了全球最大规模的照明项目。这些灯泡的更换有望每年为印度节约59亿美元的电力账单并节约1亿千瓦时电能。在该项目的影响下，LED价格至今已下降88%，印度也因此实现了每年超过2800万吨的二氧化碳减排。

» LED更换项目每年能为印度节约59亿美元成本和1亿千瓦时电能

“LED项目的成功是EESL创新商业模式的结果，该模式非常灵活，可规模化推广，并且能够快速应用最新科技。”

——Saurabh Kumar，印度能源部能效服务有限公司（EESL）执行董事





左上图来源：Saurabh Kumar

关键注意事项

- 对特定技术的购买降价措施可以理解为政府对该技术的特殊支持；在新兴高效照明技术成熟时对其提供灵活的支持政策就是其中一种
- 在新标准出台时第一时间应用了最新《国际节能规范（IECC）》的照明标准
- 让低收入市民也能够使用前期成本较高的高效照明技术
- 逐步淘汰过时的低效照明技术（如白炽灯和节能灯）
- 开发高于IECC标准的“延伸”照明规范要求

全球城市典范

阿联酋迪拜 | 启动了政府和社会资本合作模式来开发新型高效LED，并计划到2021年替换1000万只灯泡

美国马萨诸塞州和加利福尼亚州 | 在建筑规范中写入比IECC2015标准更为严格的照明标准

美国纽约州纽约市 | 要求大型非住宅建筑升级内部照明系统以符合《纽约市节能规范》，强制使用高能效设备

斯里兰卡 | 以零利率融资机制为低收入用户提供1百万只LED灯泡

对标管理与透明化

要求建筑用能应用对标管理与透明化政策

要求全市范围所有建筑应用对标管理，并强制要求其汇报年度建筑能耗。同时还应配合透明化政策，要求商业和大型住宅建筑公开用能数据。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《纽约市地方法》第84条，即纽约建筑能耗对标管理法
- 美国能源部的《国家与地方能耗对标管理与披露政策》，一部包括了政策、设计、数据采集和质量保证的综合性指南
- 美国环境保护署的“能源之星建筑组合管理工具（ENERGY STAR Portfolio Manager)”，一套在线监测和追踪能耗、用水和温室气体数据的工具





美国 纽约州 纽约

美国纽约州纽约市依据《纽约市地方法》第84条，也就是《纽约市对标管理法》，要求建筑业主从2010年起每年记录各自建筑的能耗和用水数据。这部于2009年通过的法案要求所有建筑面积超过5万平方英尺的建筑向该市报告能耗和用水数据，并由后者公开披露这些信息。建筑面积在2.5万到5万平方英尺的中型建筑也将于2018年开始实施对标管理制度。通过利用美国环境保护署的能源之星组合管理软件，纽约市90%以上的目标建筑都已符合规定。这些结果已成为建筑业主、服务供应商和消费者的行动情报，和能耗及排放追踪数据一起，帮助政策制定者出台能够让城市实现更高减排目标的政策。

» 从2010年到2015年间，在4200个应用了对标管理的地产项目中，排放量下降近14%，而能源用量下降超过10%。

"按照《纽约市地方法》第84条的能耗标杆管理规定而开展的项目主要是为了解决建筑是纽约市最主要的温室气体排放源这一关键问题。"

——Dan Zarrilli, 纽约市气候政策与计划高级董事





左上图来源：Dan Zarrilli

关键注意事项

- 对于用电计量水平较弱或缺乏连贯性的城市而言，开展对标管理的前期工作难度较大
- 缺乏执行机制和/或透明化激励手段会让政策效果大打折扣
- 城市需要按计划进行数据的收集、分析和披露，并根据这些数据展开行动
- 分阶段实施，首先从大型商业建筑（具有较高的执行能力）开始进行规范，最终影响小型商业和住宅建筑
- 开发和执行直接针对能耗最高用户的政策
- 通过披露市政建筑能耗数据做到以身作则
- 跳过渐进式的分阶段管理，立即对所有建筑应用标杆管理和透明化政策

全球城市典范

巴西 | 已开发全国性建筑对标管理工具，并计划将其作为强制性政策推行

中国 | 最初北京和上海领先制订对标管理和透明化政策，后来在2008年被影响所有城市的全国性计划所取代

美国各地的城市 | 包括马萨诸塞州波士顿、宾夕法尼亚州费城和匹兹堡、华盛顿特区、伊利诺伊州芝加哥、科罗拉多州丹佛、德克萨斯州奥斯汀和华盛顿州西雅图的美国城市均采用了类似的对标管理和透明化政策

建议行动资料

1.城市建筑改造 - 发展净零能耗标准建筑
- 新建建筑研究所《实现零能耗：净零能耗项目指南》

2. 净零规范 - 逐步要求全市新建建筑达到净零能耗水平
- 新建建筑研究所《净零能耗沟通工具》

3. 渐进式规范 - 对已建建筑采用渐进式规范进行能效升级
- 新建建筑研究所《净零能耗政策》，包括能耗模拟和绿色规范，以结果为导向的能耗规范及延伸规范
- 《ASHRAE 90.1-2010建筑能耗标准（除低层住宅建筑外）》
- 《国际规范委员会2015国际节能规范》

4.智能LED照明 - 用智能LED替代所有照明设施
- 印度推动经济可行的LED普及项目的介绍

5. 对标管理与透明化 - 要求建筑用能应用对标管理与透明化政策
- 《对标管理和信息披露：国家与地方政策设计指南和政策用语范例（国家与地方能效行动网络）》

如需查看本章节建议的可参考资源和其他引文，请访问网站 rmi.org/carbonfreecities





市民的出行以及商品和服务的流通是城市繁荣必不可少的基础。当前的交通方式常常以一种解决方案应用于所有出行需求：汽车和卡车，以及为它们设计的街道。而零碳城市可以以零排放的方式为不同交通需求提供更高效和更经济的出行方式选择，同时创造更具生机的城市空间。

图片来源：David van der Mark，图片经过编辑

章节

2



交通与出行

为零碳交通提供出行选择

6 市政车辆电气化 26
7 减少内燃发动机车辆 28
8 减少货运排放 30
9 电动汽车充电 32
10 零车辆市中心 34
11 替代出行方案 36
12 公共交通 38
可参考的资源 40

市政车辆电气化

实现市政车辆电气化

将市政用车中的化石燃料车辆（例如：汽车、轻型和重型卡车、公共汽车、警车等）替换成完全或者部分由电力驱动的车辆，例如纯电动汽车（BEV）或插电式混合动力汽车（PHEV）。

行动文件

如需参阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 西雅图市政车辆行动计划，*《清洁绿色的市政车辆》*
- 纽约市*《清洁市政车辆计划》*
- 蒙特利尔市*《全部车辆绿化政策》*

关键注意事项

- 高额的前期成本会限制电动车辆的购买。可以利用先租后买模式，或利用车辆换新的时机完成购买，从而解决成本问题
- 车辆电气化与城市电动车充电基础设施的扩展计划相配合，让城市及其市民更方便地应用电动汽车
- 转换到全电动汽车模式，取代以替代燃油、混合动力和纯电动汽车的混合车队结构
- 在城市的清洁车辆计划中加入高里程出租车和豪华轿车车队





← 加拿大 魁北克省 蒙特利尔

加拿大魁北克省蒙特利尔市最早的公共交通服务可以追溯到1861年。今天，这座一直引领城市交通出行行业的城市又开始了新的行动：在市政车辆中引入混合动力和电动汽车。蒙特利尔正在将该市30%的公共汽车更换为混合动力车，并与一家大型汽车制造商达成协议，由其提供短里程电动汽车，并计划到2020年之前将230辆市政车辆更换为纯电动汽车。在远期规划中，该市计划将更大规模的市政车辆从燃油车更换为电动汽车，并且在“*2016-2020蒙特利尔交通电气化策略*”中为市政和私人车辆（如出租车）设定了一系列宏伟的目标。

全球城市典范

美国德克萨斯州奥斯汀 | 到2020年在市政车辆中增加330辆纯电动汽车和混合动力汽车，这些车辆将在10年的使用寿命期间节约350万美元成本。

丹麦哥本哈根 | 从2011年起，所有由城市市政购买的新车都已经是零排放汽车（纯电动汽车或氢燃料电池汽车）；从2019年开始将市政公共汽车更换为电动汽车。

挪威奥斯陆 | 到2020年，市政车辆和交通系统必须实现零排放；计划用电动汽车替换全部1100辆市政车辆，计划现已完成了一半。

中国太原 | 全球第一个实现全部市政出租车电气化的城市，并落实了电动汽车充电和电池更换等支持计划。

左侧图片来源：魁北克电动汽车协会

“我们说到做到，以身作则；部分市政车辆的电气化是蒙特利尔市交通电气化策略的基础。”

—Denis Coderre，蒙特利尔市市长（在NGT新闻中的讲话）

减少内燃发动机车辆

逐步淘汰内燃发动机汽车

通过制定政策来限制内燃发动机（ICE）车辆进入市中心，处罚在城市里行驶或停放的“污染”车辆，并制定长期规划来禁止柴油车辆进城，最终禁止所有内燃发动机车辆进入城市。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 巴黎逐步淘汰法（法语）
- 巴黎逐步淘汰法执行的有关规定（法语）

关键注意事项

- 根据车辆寿命和排放水平实施限制政策会对低收入市民有更大影响，因为低收入者常驾驶较旧、能效较低的车辆
- 在空气质量差的日子禁止内燃发动机车辆上路
- 通过电动汽车来支持共享汽车计划
- 在市中心禁止所有内燃发动机车辆上路和/或在全市范围全面禁止销售内燃发动机车辆







← 法国 巴黎

2016年，法国巴黎市长和C40城市联盟主席Anne Hidalgo宣布，巴黎为了解决污染和公共健康问题将在2025年完全淘汰柴油汽车。2017年10月，该目标期限被提前到了2024年，也就是巴黎举办奥运会的年份。该市还在近期宣布准备在2030年淘汰所有内燃发动机车辆。这些宏伟的计划展示了巴黎成为“后汽车时代城市”的抱负。目前，巴黎已经禁止了1997年到2000年间生产的柴油汽车上路，并且所有1997年前注册的内燃发动机汽车都面临着更加严格的限行政策。此外，巴黎用“污染罚单”政策代替了之前的根据车牌号实施的限行政策。

» 2017年10月1日，巴黎举行了“无车日”活动，目标使城市“更环保、更舒适、更平静”。活动使巴黎当天的二氧化氮水平降低了25%，噪音水平平均下降了20%（该数值在繁忙的香榭丽舍大街更是达到不可思议的54%）。

全球城市典范

希腊雅典 | 自1982年起雅典中心城区开始实施牌照限号政策以限制机动车数量，从而减轻交通拥堵和污染；2012年开始对“绿色汽车（如电动汽车）”免除限行政策；到2025年将禁止所有柴油汽车进入中心城区

英国伦敦 | 已经开始实施对未达到欧盟4级排放标准的汽车征收排放附加费（也就是“毒气费”），这包括了大部分2006年以前生产的柴油汽车

西班牙马德里 | 根据汽车的二氧化氮排放水平和发动机类型征收不同金额的停车费

墨西哥墨西哥城 | 从1989年起就开始实施牌照限行政策；到2025年，将禁止所有柴油汽车进入中心城区



“我们看到在出行和气候应对方面的革命正在进行。”

—Christophe Nadjovski, 巴黎交通与公共空间部门副市长

减少货运排放

逐步淘汰排放量高的城市货运车辆

通过各种法规和自愿型项目降低城市的货运排放，包括强制货运排放标准，设定卡车行驶路线，设置停车法以及非高峰期送货计划等。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《都柏林城市委员会重型货运车辆（HGV）管理政策》，包括地图、条例和使用指南

关键注意事项

- 非高峰期送货造成的噪音可能影响市民睡眠
- 非高峰期送货可能会提高收货方成本，因为需要员工在正常办公时间以外的时间工作
- 将货运排放政策与基础设施改善政策配合应用，比如设置专用卸货码头等
- 要求所有城市货运车辆实现电气化（或在城市内部实行完全电气化运营）





爱尔兰 都柏林

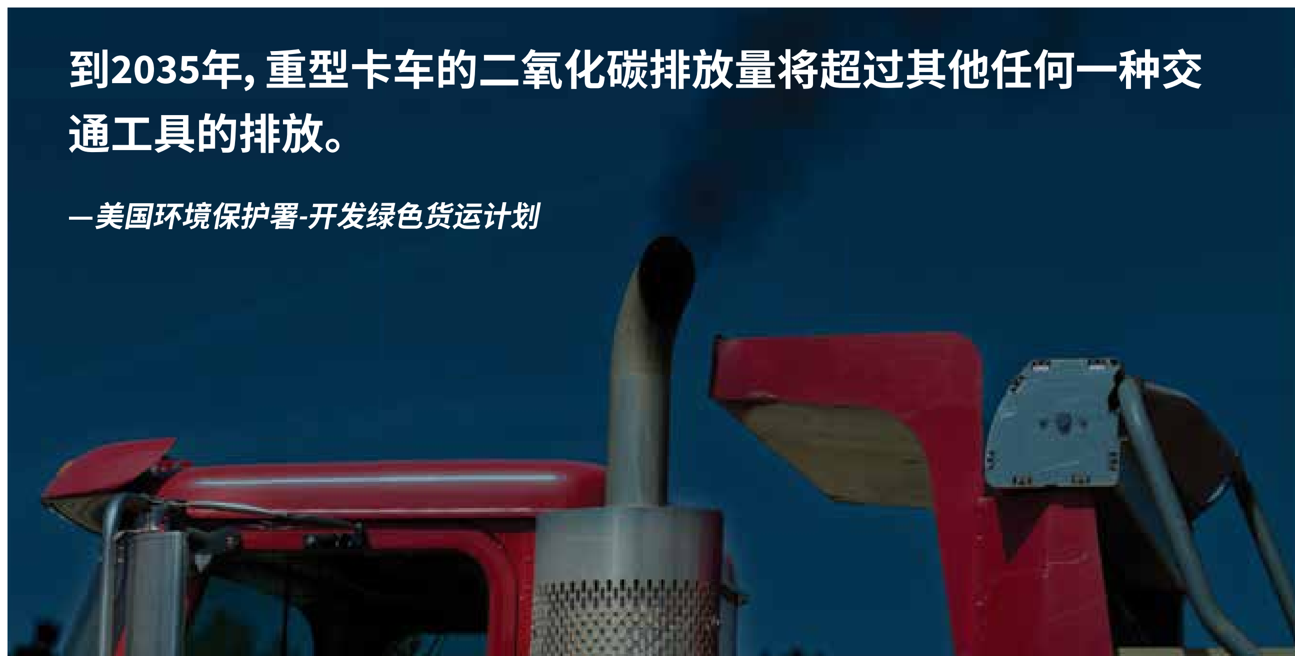
爱尔兰都柏林制定了一部规范标准，规定五轴或以上货运车辆必须获得许可才能在早7点到晚7点之间进入中心城区。都柏林城市委员会于2007年制订了《重型货运车辆（HGV）管理政策》，旨在管理货运车辆交通并改善中心城区环境，包括缓解交通堵塞并提升空气质量。为了方便实施，城市管理部门选择按照车轴数而不是载重量作为判定标准。城市委员会的行动已经使得中心城区周边的货车数量不可思议地减少了80-94%，每天在都柏林道路上行驶的重型货车数量平均减少了4千辆以上。委员会现在正在针对有资格申请许可的卡车的排放限制进行研究。

全球城市典范

荷兰阿姆斯特丹 | 环保区（Milieuzone）对驶入中心城区的载重超过3.5吨且未达到欧洲四级排放标准的卡车征收排放费（荷兰语和英语）

英国伦敦 | 于2008年设立的低排放区对每日驶入中心城区的未达到欧洲四级排放标准的卡车征收排放费

中国深圳 | 推出了对该市6.5万辆货运车辆完成电气化的计划。仅用3年时间就完成了其中1.2万辆货车的电气化改造



到2035年，重型卡车的二氧化碳排放量将超过其他任何一种交通工具的排放。

—美国环境保护署-开发绿色货运计划

左侧图片来源：戴姆勒

电动汽车充电

部署电动汽车充电基础设施

通过直接建造公共充电站和/或鼓励私营部门建造充电站的方式扩展电动汽车(EV)充电基础设施建设。

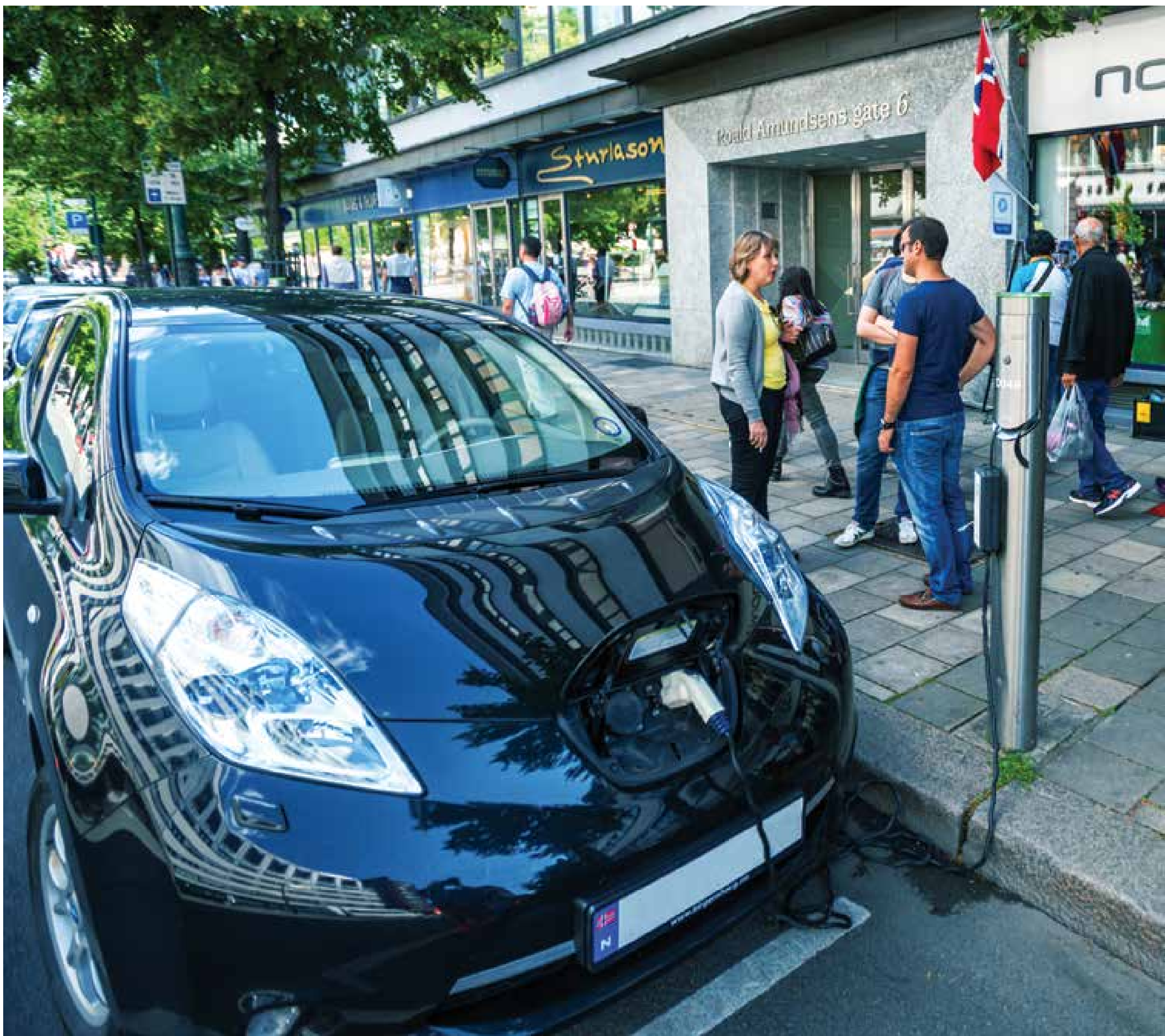
行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《伦敦市政策条款6.13停车规定》，要求伦敦市政停车场中每5个停车位就要设置1个电动汽车充电桩
- 通过《奥斯陆电动车充电点》前4年的电动汽车充电策略为该市电动汽车充电点的部署提供了经验

关键注意事项

- 充电桩硬件成本差别很大，从第一级交流充电桩的1千美元到第三级直流快速充电桩的9万美元不等
- 协调电力公司基础设施开发系统与城市电动汽车充电规划保持一致
- 提供透明的定价信号，使全市范围所有充电站价格保持统一
- 在城市街道或公共停车场设置充电桩来提供电动汽车优先停车位
- 在前期提供免费的充电服务来鼓励电动汽车的普及
- 设置出租车专用快速充电站







← 挪威 奥斯陆

作为公认的世界电动汽车之都，挪威奥斯陆市建有近3千个电动汽车充电站。人口只有63万的奥斯陆人均充电站数量比任何其他城市高至少3倍。该市每年花费1200万克罗纳兴建新的充电站，并花费另外400万克罗纳用于运营这些充电站。奥斯陆的标准公共充电站至今仍然免费提供充电服务，这极大地促进了该市电动汽车的使用率。奥斯陆所有销售的新车中有40%是电动汽车。该市也在与私营部门合作，进一步拓展包括快速充电站在内的充电基础设施建设，并与出租车产业合作修建专为出租车使用的快速和次快速充电站。

全球城市典范

荷兰阿姆斯特丹 | 2千多个公共充电点，并计划到2018年达到4千个；市民可向市政府提交充电点位置建议并获取政府补贴

中国北京 | 已建成超过6700个公共充电站，并根据化石燃料市场价格设定充电价格上限

英国伦敦 | 建有1600多个充电站，市民只需缴纳少量年费即可使用；所有新建建筑开发项目都必须配备充电桩

美国俄勒冈州波特兰 | 目标到2020年将公共使用的二级充电桩和直流快速充电桩的数量翻倍，包括公共地产项目；同时提供资金来修建配备电动汽车充电设施的住宅项目

“我们计划到2020年和2030年分别实现城市二氧化碳减排36%和95%。零排放汽车、建设工作和公共交通是我们获得成功的关键。今天，奥斯陆所有新车销售中的40%是全电动汽车。”

—Lan Marie Nguyen Berg，奥斯陆环境和交通部门副市长



右侧图片来源：Lan Marie Nguyen Berg

零车辆市中心

在高密度区域禁止汽车行驶

在高密度区域设置零车辆步行区，禁止汽车进入，在每周的特定日子限制车辆出行，并采用交通拥堵费制度

行动文件

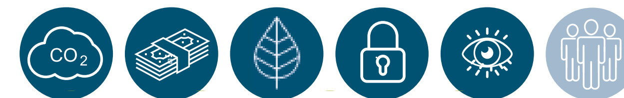
如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《新加坡道路交通法》，介绍了其电子道路收费系统
- 《"马德里A计划：空气质量和气候变化计划"》，描述了该计划的目标、行动方案和数据分析（西班牙语）

关键注意事项

- 一些地方企业担心降低车流量会降低客户数量
- 牌号限行政策已被证明并不能明显缓解交通拥堵，反而可能造成更多的为绕过禁令而产生的汽车购买行为
- 电子化的自动拥堵收费机制能够追踪车辆，并对在特定时段进入拥堵区域的车辆征收拥堵费
- 全面禁止汽车进入高密度区域，包括中心城区





西班牙 马德里

西班牙马德里正在努力将城市日均汽车使用率从29%降低到23%。中心城区将会全面禁止汽车通行。城市规划部门正在将该市最繁忙的24条街道重新设计为零车辆步行街，到2020年全面实施后这些街道将覆盖500英亩的区域。格兰维亚大道作为马德里最著名的大街，在2016年12月经过为期9天的试点项目之后，已成为该市仅允许自行车、公交车和出租车行驶的道路之一。在试点期间，当地商业收入与前一年同期相比上升了15%，证明步行区的设置对商业发展有促进作用。同时，马德里正在运用其他方法降低空气污染，包括在有害二氧化氮浓度超过特定值的时候，进行车牌照限行政策。



全球城市典范

印度尼西亚雅加达 ｜ 在城市的主要路段实施每月两次的无车日活动，这一政策启发了其他34个城市也执行了同样的政策

美国纽约州纽约市 ｜ “人行道到广场计划”接受了本地居民将街道转变为广场的申请；在2016年将世界著名的纽约时报广场（占地11万平方英尺）转变为了纯步行区域

挪威奥斯陆 ｜ 2017年在中心城区取消了300个停车位；目前在重污染日禁止柴油车上路；到2019年将在重污染日禁止所有车辆上路

新加坡 | 应用完全自动化的电子道路收费系统，每个季度对收费费率进行调整，以保证正常的道路平均车速；对高峰期时段不驾驶私家车出行的市民提供财务补贴。

瑞典斯德哥尔摩 | 从2007年起，根据车辆进入城市的时段对司机征收拥堵税，只有在清晨和深夜不收费

在纽约布鲁克林区Willoughby大街的部分路段成为步行街3年之后，广场沿线的商店收入增长了47%。相比之下，临近街道商店收入的平均增幅只有8%。

替代出行方案
在高密度区域提供替代出行方案

为减少单人驾驶车辆的出行并提高城市流动性，在高密度区域提供替代出行方式，包括引入共享单车计划，扩大公共交通服务范围，设置单车和步行专用街道，以及推动不同公共交通方式的更好整合。

行动文件
如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《武汉市关于鼓励规范互联网租赁自行车健康发展的指导意见（试行）》（征求意见稿）
- 《温哥华2040交通计划》，详细说明了有关步行、单车、公共交通出行和其他解决方案的具体政策

关键注意事项

! 虽然使用率很高，但无桩共享单车在中国也遇到了一些问题，包括停车阻碍交通、单车管理、蓄意破坏车辆和盗窃等

☆ 一体化多模式出行解决方案，无缝/方便地衔接各种出行方式（如公共交通站与共享单车站点相连接）

☆ 要求无桩共享单车公司开发基于GPS的电子单车停车区域，并保证每1千辆单车至少有5名运行人员负责







← 中国 武汉

武汉市人口超过1千万，是中国中部人口最多的城市。武汉实施了世界最大的共享单车项目之一，以此解决“最后一英里”的交通问题。武汉还准备引入新的方法提高用户参与度，根据共享单车用户的骑行数据向其发放碳信用，而用户可以用这些积累的碳信用来抵扣其他碳排放，或换取电影票等个人奖励。此外，该市将设置和新建总长2455公里的非机动车道路网，作为共享单车“专用道”。

» 截至2017年10月，武汉共有近70万辆共享单车。

全球城市典范

印度昌迪加尔 | 通过电话约车服务提高人力车服务的可靠性，从而提高非机动车交通方式的利用率。

中国杭州 | 杭州公共自行车计划于2008年开始运行，是全球第二大共享单车计划。

新加坡 | 正通过在地铁站修建自行车停车场的方式向单车友好城市转型，提高自行车用户和步行者的交通便捷度。

加拿大温哥华 | 通过开展“综合替代出行方案计划”发展步行、单车和公共交通等出行方式。



右图来源：Szabolcs Horvát

公共交通

在城市热点区域优先快速发展公共交通

在城市热点区域迅速发展快速公交（BRT）或轻轨等公共交通解决方案，这些热点区域包括：容易发生拥堵的区域、目前公共交通选择有限的热门区域，或城市中单人驾驶车辆（SOV）问题严重的区域。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《快速公交系统规划指南》，交通与政策发展研究所（中文、英语、葡萄牙语、俄语、西班牙语）
- 《BRT车辆的城市解决方案、技术规格和公共交通需求的技术分析》（葡萄牙语）





巴西 里约热内卢

巴西里约热内卢与EMBARQ巴西（世界资源研究所罗斯可持续发展城市中心的前身）合作开发了快速公交（BRT）网络，旨在大幅降低该市碳排放的同时，为通勤者提供更健康、更高效的交通系统服务。BRT网络的第一条线路TransOeste在2011年公告发出后仅一年就开始运营。该线路每天为大约18.5万乘客将城区的通勤时间缩短了一半左右，并将在20年内平均每年完成碳减排10.7万吨当量。BRT系统至今已发展为3条线路，同时在专用线路和共享/公共道路上运营，每日运送旅客2百万人次。该线路所使用的达到欧洲五级排放标准的高效公共汽车更进一步降低了整个系统的碳排放水平。

» 由于缩短了乘车时间，TransOeste快速公交线路平均每年节约的时间成本价值可达2300万美元。

“里约热内卢的快速公交线路缩短了乘车时间，为公共交通用户提供了更便捷的出行服务。”

—Marcos Tognozzi，里约热内卢BRT协调员

右侧图片来源：Marcos Tognozzi

关键注意事项

- 精心设计的快速公交规划要想获得成功，必须开展全面的推广计划，包括向市民有效普及快速公交的优势
- 快速公交系统的规划应面向社会的所有阶层，并重点关注缺乏公交服务并可以从其便捷性中受益的人群
- 在条件允许时开发BRT专用通道以缩短乘车时间
- 将BRT和其他形式的公共交通及城市规划相整合
- 运用创新的融资机制，如政府补助、贷款、燃油税费收入或其他资金来源
- 将快速公交系统作为实现长远计划的短期措施，最终开发出永久性清洁能源交通解决方案

全球城市典范

哥伦比亚波哥大 | Transmilenio快速公交系统的专用车道每天运送240万人次，并在3年里纳税500亿比索，这在以前的非正式公交系统中是无法实现的。

美国俄亥俄州克利夫兰 | HealthLine快速公交线路于2008年启用；到2014年，该线路每年运送乘客达5百万人次，可为乘客缩短30%乘车时间。

坦桑尼亚达累斯萨拉姆 | 东非地区第一个应用快速公交系统的城市；第一阶段覆盖21公里路线，投入140辆公共汽车，每天运送乘客16万人，为部分市民缩短了一半的通勤时间。

中国广州 | BRT系统于2010年启用，现在每天运送乘客85万人（每小时2.8万人）。

可参考的资源

6. 市政车辆电气化 - 实现市政车辆电气化
- 《城市发挥气候领导力，为市政车辆购买100%电动汽车》（美国环境法律与政策中心）
- 《车队管理者插电式电动汽车手册》（美国能源部）
- 《蒙特利尔可持续发展报告》
- 《蒙特利尔电气化报告》

7. 减少内燃发动机车辆 - 逐步淘汰内燃发动机汽车
- 《机动车环保标签...巴黎如何治理空气污染问题》

8. 减少货运排放 - 逐步淘汰高排放的城市货运车辆
- 《如何开发绿色货运计划：综合指南和资源手册》（美国环保局）
- 提升货运体系表现的项目筛选工具（伦斯勒理工学院）
- 《全球绿色货运》
- Bestfact：货运政策、合同和最佳实践的门户网站

9. 电动汽车充电 - 部署电动汽车的充电基础设施
- 《世界电动汽车之都》（国际清洁交通委员会）
- 《欧洲电动汽车报告：准备好进入新阶段了吗？》（麦肯锡）
- 《如何快速发展电动汽车充电基础设施》（美国银行，加州大学洛杉矶分校，加州大学伯克利分校）

10. 零车辆市中心 - 在高密度区域禁止汽车行驶
- 《交通拥堵费：挑战与机遇》（国际清洁交通委员会）
- 《新加坡电子道路收费系统》
- 《低排放区和拥堵收费国际案例研究》（世界资源研究所）

11. 替代出行方案 - 在高密度区域提供替代出行方案
- 《2016最佳街道政策大全》（美国智慧成长组织）
- 《在亚洲城市推广非机动车交通方式：决策者工具》（联合国人居署，亚洲清洁空气中心，Shakti基金会）



12. 公共交通 - 在城市热点区域优先快速发展公共交通
- 《快速公交优秀实践指南》（C40城市联盟）
- 《BRT规划指南》（交通与政策发展研究所）
- 《BRT系统的社会、环境和经济影响》（世界资源研究所）
- 全球BRT数据

如需查看本章节建议的可参考资源和其他引文，请访问网站 rmi.org/carbonfreecities



随着城市降低能耗并从直接化石燃料消费向电气化发展，下一步的挑战就是如何使发电产业完成向零碳可再生能源的转变。要完成这一转变，一些领先城市首先制订了坚定的100%可再生能源目标，随后开始执行综合行动计划。

图片来源：Quest可再生能源公司 – QuadpodTM屋顶太阳能发电系统

章节

3



电力

实现100%可再生能源

13 LED智能路灯 42
14 区域电气化 44
15 市政太阳能安装 46
16 市政可再生能源供应 48
可参考的资源 50

LED智能路灯

用智能控制的LED照明替代路灯和其他照明基础设施

用高能效智能LED照明设施和网络控制系统（用于实时监控、开关、亮度调节）替代传统照明（如高压钠灯）。扩展路灯系统的网络功能——包括电线杆和电子通讯系统——增加传感器、摄像头和智能自动化设备。

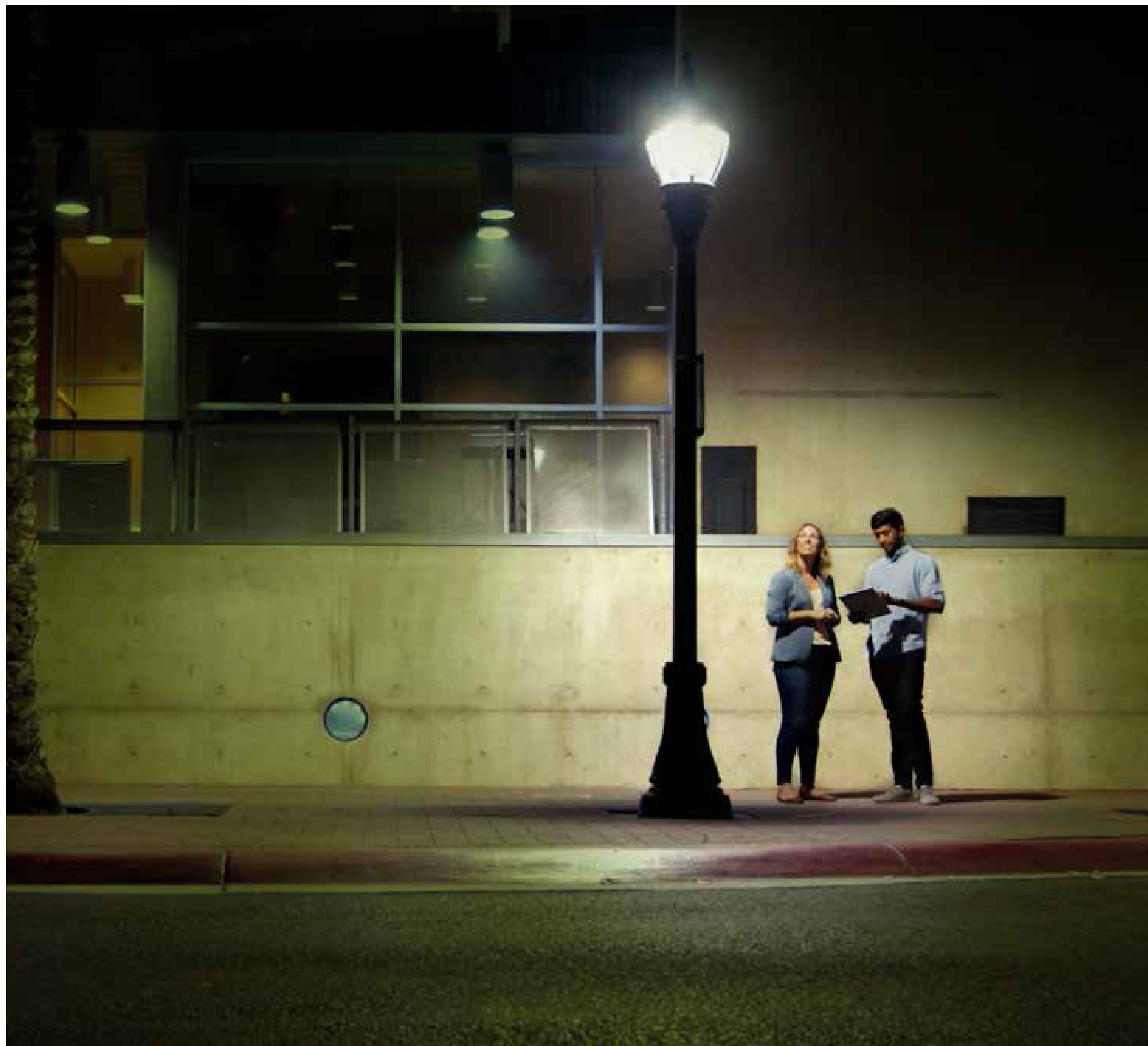
行动文件

如需参阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《芝加哥智能照明项目标书》
- 《圣地亚哥路灯更换项目标书》

关键注意事项

- 不同的城市、电力公司和第三方机构，路灯的所有权、运行和/或维护的工作方式差别巨大
- 基础设施网络安全是实现网络控制的关键
- 虽然投资回报率高，但高额的前期成本问题需要创新的融资机制来解决
- 随着电线杆上安装更多设备，城市设计者和规划者需要更多考虑街头景观美学
- 注意，闭合式/专用系统可能会将城市“锁定”在没有前途的投资上和/或扼杀城市、app开发商和科技公司的创新能力
- 对计划内投资和基础设施升级的时机进行评估





美国 加州 圣地亚哥

2017年2月，美国加州圣地亚哥市宣布要“用智能路灯打造全球最大规模的城市‘物联网’平台”。该市将路灯网络升级为1.4万只智能联网LED灯，并安装了3200部传感器节点。这些可控智能LED路灯预计将每年为该市节约240万美元的能源成本，同时与其相连的传感器网络还能提供更多附加服务。实时传感器数据能够优化停车和道路交通，增进公共安全，并监控空气质量。市长Kevin Faulconer解释道：“培养创新精神和改善基础设施对提高所有圣地亚哥市民生活质量非常重要。通过这一新技术能够有机会把我们的城市建设得更加安全和智能。”

» 60%的LED路灯能源成本节约
» 到2035年实现50%的温室气体减排（与2010年水平相比）
» 100%可再生能源目标

“通过将高能效LED路灯系统与智能城市科技相结合，我们可以实现更深层次的节能减排，同时让我们的城市变得更安全、更高效、更便捷、更有乐趣。”

——Cody Hooven，圣地亚哥市首席可持续发展官员

右图和左上图来源：Cody Hooven

路灯系统的能耗（不包括维护成本）可能占一个城市电力成本的高达40%

全球城市典范

美国伊利诺伊州芝加哥 | 通过对25万盏路灯（占城市路灯网络的85%）进行智能亮度调节实现节能50%到75%

阿根廷布宜诺斯艾利斯 | 对1千盏路灯（占城市路灯网络的70%）进行集中化网络控制，实现节能50%

印度尼西亚雅加达 | 在短短7个月内安装9万盏路灯以及配套监控和控制设备

西班牙马德里 | 22.5万盏路灯，包括8.4万盏LED路灯，实现节能44%

意大利米兰 | 14万盏路灯，每年节能50%，节约能源成本31%，价值1千万欧元；年二氧化碳减排量达23650吨



区域电气化

用区域电气化开发替代化石燃料基础设施

发展从单个建筑到整个开发项目和城市区域的全电力供能建筑和基础设施，避免和/或淘汰/替换化石燃料基础设施（包括通过燃气供热、烹饪、加热热水）。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 荷兰《能源法案》天然气政策，第64-65页
- 阿姆斯特丹《打造零天然气城市计划》（荷兰语）

关键注意事项

- 遗留和新建集中式基础设施（例如，作为天然气替代品的区域供热系统等）的所有权、运营和维护工作将是一个关键问题。应周全考虑既定利益、监管政策和其他因素的影响
- 在基础设施批发的转型过程中，必须仔细评估各种法律和经济壁垒
- 在多方面利益相关方之间建立联盟对系统生效非常关键
- 不要忽略建筑商和住宅业主；为项目获得认同寻求广泛支持
- 必须通过专家技术评估，来寻求合适的系统解决方案可靠地取代天然气





荷兰 阿姆斯特丹

在当今的荷兰阿姆斯特丹，90%的家庭都使用天然气供热，其排放量占全市碳排放总量的30%。到2050年，该市计划将这一数字降为0，大幅降低对天然气的依赖。城市中的新建街区已不再安装天然气基础设施。已建的街区也都在拆除天然气设施，其中1万所公共住房已经在2017年停止天然气供应。自2017年9月1日起，该市还开始为住宅用户提供政府补贴来抵消拆除天然气设施的成本。到2020年，将有超过10万个阿姆斯特丹家庭从天然气供热转为区域集中供热。同时，阿姆斯特丹也在推广区域集中供热之外的其他解决方案，包括分布式地源热泵和太阳能供热等。

- **90%的家庭使用天然气供热**
- **家庭供热碳排放占全市碳排放总量的30%**
- **2017年，1万户家庭拆除了天然气设备**
- **目标到2050年实现所有家庭不再使用天然气**

国际城市典范

美国加州丘拉维斯塔 | 住宅建筑公司City Ventures正在建设全电力供能的绿色住宅小区。

日本兵库县 | 在智慧城市Shioashiya，包括当地政府在内的各方正在应用太阳能加储能技术的住宅微电网取代天然气来满足该城市80%以上的能源需求。

美国加州帕洛阿尔托 | 城市及其市政电力公司通过开展活动鼓励所有家庭用电力取代天然气供暖。

瑞典斯德哥尔摩 | 计划到2050年完全淘汰化石燃料，包括建筑用能（例如，斯德哥尔摩大范围区域供热系统正在转型使用可再生能源）。

加拿大温哥华 | 更新城市建筑规范和经城市核准的零排放建筑计划，配合温哥华可再生能源城市策略，在新建建筑中淘汰来源于化石燃料的天然气，并在2050年前逐渐将政策扩展到已建建筑。

“我们开始了一场供热革命，每一个阿姆斯特丹市民都参与其中。我们正在共同努力让阿姆斯特丹的现有街区成为零天然气街区，我对此感到非常自豪。我们一定能够实现目标。”

—Abdeluheb Choho，阿姆斯特丹市政议员和可持续发展部门主管



左图来源：Thomas van Mens；右图来源：Abdehuheb Choho

市政太阳能安装
在所有合适的市政场所安装太阳能光伏设备

在所有合适的市政场所安装太阳能光伏设备（PV），包括建筑屋顶（例如市政厅、学校、警察局、消防局、社区中心、公共交通枢纽等）、车库和其他场所，并在合适的场所安装地面太阳能光伏设备（例如公用通道、城市空地、旧工业用地等）。为社区规模太阳能项目开发创造条件。

行动文件
如需参阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 堪萨斯城《全城太阳能项目标书》
- 堪萨斯城《太阳能租赁与接入总协议》（城市与供应商签订）
- 堪萨斯城《太阳能服务与接入协议》（城市与电力公司签订）





美国 密苏里州 堪萨斯城

2013年，美国密苏里州堪萨斯城在超过60座市政建筑上以租赁方式安装了25千瓦装机的太阳能光伏系统。这些建筑包括警察局、消防局、社区中心、市政办公楼、交通控制中心等。在投入运行后的第一年，该系统就为该市节约用电成本约4万美元，并且该项目的租赁模式意味着政府不需要承担任何前期成本。装机1.45兆瓦的城市屋顶太阳能系统每年生产清洁电力150万千瓦时，并且这还只是开始。一份地方自立研究所和美国中部区域委员会（一个由堪萨斯城地区政府和大都市规划组织组成的区域性委员会）在2015年的合作研究中发现，大约2000座城市所有权建筑的屋顶蕴藏着70兆瓦的屋顶太阳能开发潜力，这还不包括各种学校建筑。

“这一项目在不产生任何前期资本需求的前提下能够利用我们自己的市政建筑屋顶为堪萨斯城提供大量清洁能源。”

—Dennis Murphey，堪萨斯城首席环境官



全球城市典范

美国科罗拉多州丹佛 | 在机场、会议中心、公租房等建筑上共安装了14兆瓦装机的太阳能发电设施；附近杰佛逊县的30所公立学校共安装了100千瓦装机的太阳能发电设备。

南非德班 | 设立了太阳能能源办公室，并在警察局和水处理厂等5座市政建筑屋顶安装了300千瓦装机的太阳能发电装置

澳大利亚悉尼 | 制订了涉及大范围市内太阳能的可再生能源总体规划，包括到目前为止在40处（且这一数字仍在增长）市政场所安装太阳能发电设备，如市政厅、社区中心、图书馆、仓库、展览馆、水上中心等，并推出了环保创新资金以促进社区规模太阳能的开发。

日本东京 | 利用铁路沿线土地安装大规模太阳能发电装置，并开发其他太阳能资源

日本横滨 | 开展各种市内可再生能源开发项目，包括在将近200所学校安装太阳能光伏设备

关键注意事项

- 了解太阳能发电补偿机制（如净计量电价、上网电价补贴）、监管系统规模限制和可选择的各种所有权选项（如城市所有权、第三方所有权或租赁）
- 仔细评估所有权和财务选项，综合考虑光伏系统前期成本和预计运行年限内的净现值
- 城市工厂屋顶可行性检查清单（如屋顶寿命、结构、权限、光照情况）
- 作为城市可再生能源承诺和投资的可视化证明，城市应经常积极与市民、企业进行沟通
- 按照标书仔细审查供应商资质
- 考虑将现场太阳能与储能设施相结合形成微电网，以加强电网弹性，尤其对关键设施而言



右图来源：堪萨斯城；中间图片来源：Dennis Murphey

16 电力

市政可再生能源供应

确保所有市政用能为可再生能源

利用各种机制（例如电力公司绿色电费计划、能源直供、购电协议（PPA）以及所有权归属城市的电厂规模可再生能源发电）确保可再生能源供应，包括应用城市范围以外的可再生能源资源，来满足现场可再生能源无法满足的所有用能需求。

行动文件

如需参阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 《休斯顿战略性可再生能源采购标书》
- 《费城可再生能源采购标书》

关键注意事项

- 与可再生能源证书捆绑的虚拟购电协议等金融对冲方式，可能会让一个城市面临下行的金融风险，必须仔细评估
- 复杂的合同结构可能妨碍方案的快速推广。电力公司规模可再生能源采购方面的专业经纪人/顾问可以帮助理清这些合同
- 竞争性投标可以为电力公司规模可再生能源采购带来最具经济吸引力的开发机遇
- 为可再生能源供应制定清晰、细化的标准
- 清楚地分析城市注重的优先级，如为方便可再生能源供应的开发地点、发电方式（如风电、太阳能光伏、水电、地热等）以及对附加性的要求等





丹麦 哥本哈根

丹麦首都哥本哈根计划到2025年实现碳中和的区域供热，并通过可再生能源供应城市至少100%的电能消耗，而后者大部分要通过风电开发来实现。在本地社区和市民的积极参与下，该市计划在城市内外安装100座风力机组，包括海上风电和陆上风电。这一目标是在包括哥本哈根著名港内风电场Miiddelgrunden项目等的基础上又一次重大进步。城市控股的哥本哈根能源公司将负责这些风电场的建设工作。该公司将在城市授权下通过寻求贷款、外部资金和政府招标建立合资企业等方式来为实现城市的宏伟目标提供资金。与此同时，哥本哈根还在与其他城市的土地所有者洽谈，试图建设更多的风力发电站。

“哥本哈根自2005年以来已实现二氧化碳减排33%。并有望在2025年成为全球首个碳中和首都城市。”

—Morten Kabell, 哥本哈根技术与环境事务市长



左上图来源：Morten Kabell

全球城市典范

英国布里斯托 | 由市政部门负责电力服务，从而实现积极的可再生能源目标，包括开展多个风力发电项目以及一个大规模“校园太阳能”计划，并计划提供区域供热

美国德克萨斯州休斯顿 | 美国最大的绿色能源市政买家

美国加州桑尼维尔 | 城市委员会全体投票通过“升级”到硅谷清洁能源管理局的GreenPrime采购，通过城市电力公司用电账单方式采购100%的可再生能源

日本东京 | 通过跨区域政府合作将城市负荷中心（如东京）与可再生能源丰富的地区（如大规模风电、太阳能发电）相连接



可参考的资源

100%可再生能源目标与行动计划

- 悉尼《可再生能源总体规划》
- 迈向100%可再生能源
- 目标100%，塞拉俱乐部
- 可再生能源城市
- 《100%路径：美国城市能源供应改革手册》

13.LED智能路灯 - 用智能控制LED照明替代路灯和其他照明基础设施

- 《智慧城市平台的智能街道照明》
- 《GSMA智慧城市指南：街道照明》
- 美国能源部市政固态街道照明联盟

14. 区域电气化 - 用区域电气化替代化石燃料基础设施

- 温哥华《零排放建筑计划》
- 帕洛阿尔托《可持续发展和气候行动计划》：电气化燃料转换杠杆

15. 市政太阳能安装 - 在所有合适的市政场所安装太阳能光伏设备

- 《公共屋顶革命》（地方自立研究所）
- 《地方政府社区规模太阳能开发指南》（美国能源部）

16.市政可再生能源供应 – 确保所有市政用能为可再生能源

- 《城市可再生能源》（国际可再生能源署）
- 《绿色电力合作地方政府30强》（美国环保局）

如需查看本章节建议的可参考资源和其他引文，请访问网站rmi.org/carbonfreecities



在全球各大城市，工业创造了许多就业机会，是当地经济发展的主要动力，有限的司法管辖权决定了城市需要与大型排放企业进行战略性合作，探索更完善的经济和环境解决方案，造福城市中的每个人。

4



工业

与大型能源用户合作来提升他们的影响力

17 清洁工业用热 52
18 高效电机 54
19 操作培训 56
行动文件相关资料 58

17 工业

清洁工业用热

降低工业用热负荷排放

开发能够降低工业用热负荷中碳排放的工业项目。可通过许多方式实现，包括改用低碳燃料、提高工业产热效率、改善热力分配基础设施以及充分利用工业余热。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 欧盟《工业能效趋势与政策》提出了一系列工业能效政策，包括面向工业生产过程的激励措施（第49页）
- 《生态工业园规范、条款、条件与限制手册》，包括了一些鼓励区域清洁能源供热的草拟规范与条款







中国 浙江省 金华市

中国浙江省金华市市政府发布了《金华市高污染燃料锅炉整治实施方案》，目标在2016年底前用新型高能效锅炉替代近1500台燃煤锅炉。据初步测算，改造这些锅炉可以减少燃煤消耗78万吨，烟尘排放1.52万吨，二氧化硫排放9900吨和二氧化碳排放218万吨。金华市对2015年底前完成锅炉改造的企业提供了补助。在2016年最后期限仍未完成改造的企业将无法享受任何财政补贴并将接受省环保部门双倍的污染排放罚款。2016年，该市超额完成任务，共完成了2665台燃煤锅炉的改造工作。检测数据显示，城市空气质量得到了明显改善。

全球城市典范

中国秦皇岛 | 开展绿色合作伙伴计划（EcoPartnership），进行循环经济产业园的开发，园内工业企业可交换包括工业生产用热在内的一系列资源

瑞典 | 对高耗电行业内同意降低能源用量的180家合作企业推出了工业税收减免政策，包括工业生产用热的节约在内，每年节约用电14.5亿千瓦时

越南 | 在三个省份部署生态工业园，吸引了超过300家企业入驻

关键注意事项

- 城市区域划分法和其他规定会阻碍工业建筑和附近住宅及商业建筑共享供热、制冷资源或利用废热
- 提高工业用热分配系统效率；分配系统改造常常能够带来立竿见影、成本低且回报期短的能源节约
- 重新规划设施内废热用途，为附近设施供热、发电或再利用
- 规划建设生态工业园区，高效利用各种资源（包括工业用热）
- 改造市政供热基础设施（例如蒸汽发电和蒸汽分配系统），在政策落实前就向100%清洁能源目标发展

典型工业设施仅通过蒸汽管道隔热和冷凝水回流、避免蒸汽泄露和维护蒸汽疏水阀就可以降低20%的能源用量。

高效电机

用高效变速电机替代高能耗电机

通过制定规范、标准、费用减免、政府补助、审计等方式，开展用高效电机替代低效电机的改造项目

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 由瑞士联邦能源办公室支持的Topmotors项目，提供与工业电机审计和改造相关的文件、工具和流程（英语、法语、德语）
- 《工商业电机节能标准》，美国能源部

关键注意事项

- 私营工业企业方推进动力较弱，可能需要额外的政府补助或惩罚来加快电机更换进程
- 应用持续的调试计划从而保证电机保持最高效的运行
- 以补助方式激励企业对整体工业生产过程重新设计，重新配置电机、控制系统和其他部件，从而实现最优能效
- 在工业建筑规范中设置电机效率标准，禁止企业使用低能效电机
- 对工业用能单位现有的电机采取强制电机升级要求





← 瑞士

2010年，瑞士联邦能源办公室资助了EASY项目。这是一个旨在鼓励瑞士工业部门节约用电的试点项目，主要关注于电机系统的审计和改造工作。EASY项目为工业生产过程的每一个环节提供补助，其中最高的补助用于鼓励开展行动的前期工作。由于改造工作投资回报期很短（一般为1到3年），因此后期工作补助较低。作为项目的一部分，参与企业的能源管理人员将获得特殊培训，从而能够持续应用系统化手段改善他们的电机系统。EASY发现，56%接受审计的电机寿命都超过了额定运行年限，并且大多数都不具备变速（或变频）控制功能。如果按照新装设备的额定寿命期限计算，该项目有望实现7370万千瓦时的节能。EASY审计试点项目于2014年结束，不过瑞士联邦能源办公室的Topmotors项目仍在继续推进这方面的工作。

电机驱动系统的耗电量占工业和服务业总耗电量的大约70%。

全球城市典范

美国加利福尼亚州 | 为许多非住宅风扇和水泵电机设置了高效和变速标准

中国 |《“十二五”节能减排综合性工作方案》中包括了电机系统节能要求

美国纽约 | 要求风扇电机变频驱动力必须大于10马力

美国 |《整体马力修正电机规则》出台了电机效率标准，以及禁止销售不符合效率标准的新电机等规定



操作培训

为工厂/能源操作者建立地方工业能源管理培训中心

开发自愿能源管理项目来发现有意愿在其设备中应用能源管理系统、能源审计和持续实现能源节约的企业，为地方能源管理人员提供能力建设培训。为能源管理人员提供包括培训在内的各种资源，从而实现持续的能效改善。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 爱尔兰大型工业能源网络
- 美国能源部的高级能源绩效计划

关键注意事项

- 如果在初期缺乏企业的积极参与，节能量的积累和项目影响力的建立将进展缓慢
- 利用国际标准化组织（ISO）开发的通用标准
- 要求工业合作伙伴承诺具体的节能目标（比如在三年内节能30%）
- 将能源管理项目作为要求，而非自愿项目
- 虽然这些工作均由国家层面展开，但以城市的力量足以发起此类项目





← 爱尔兰

爱尔兰可持续能源管理局（SEAI）发起的大型工业能源网络（LIEN）已经持续20多年为爱尔兰最大的用能企业提供能源管理支持和引导服务。该网络中的200家工业企业的年度能源账单都在1百万欧元以上，而这些企业的用能总量达到了爱尔兰工业一次能源总用量的55%。网络内的各成员企业互相分享、互相学习能效最佳实践，并将其推广至更广泛的企业群体。网络成员企业均承诺按照ISO 50001工业能源管理标准，改善或建立能源管理计划，设定能效目标，并进行年度汇报。该网络成员企业在过去的20年中已将整体能效水平提高了30%。

全球城市典范

瑞典 | 开展了需要企业自愿进行能源审计并参与能源管理系统的项目

美国 | 美国能源部的高级能源绩效计划为工业设施的优秀能源管理和节能典范颁发证书。美国能源部的工业评估中心作为大学合作项目，旨在通过实际工业能源评估项目来培养下一代能源工程师，这些项目一般能够识别每年13万美元以上的节能机遇。

“爱尔兰可持续能源管理局的大型工业能源网络有效撬动了合作、学习和创新机制。无论最初的加入动机是提高竞争力还是实现可持续发展，成员企业都在不断超越各自的目标并在持续加倍努力。”

—Jim Gannon, 爱尔兰可持续能源管理局CEO

右图来源：Jim Gannon

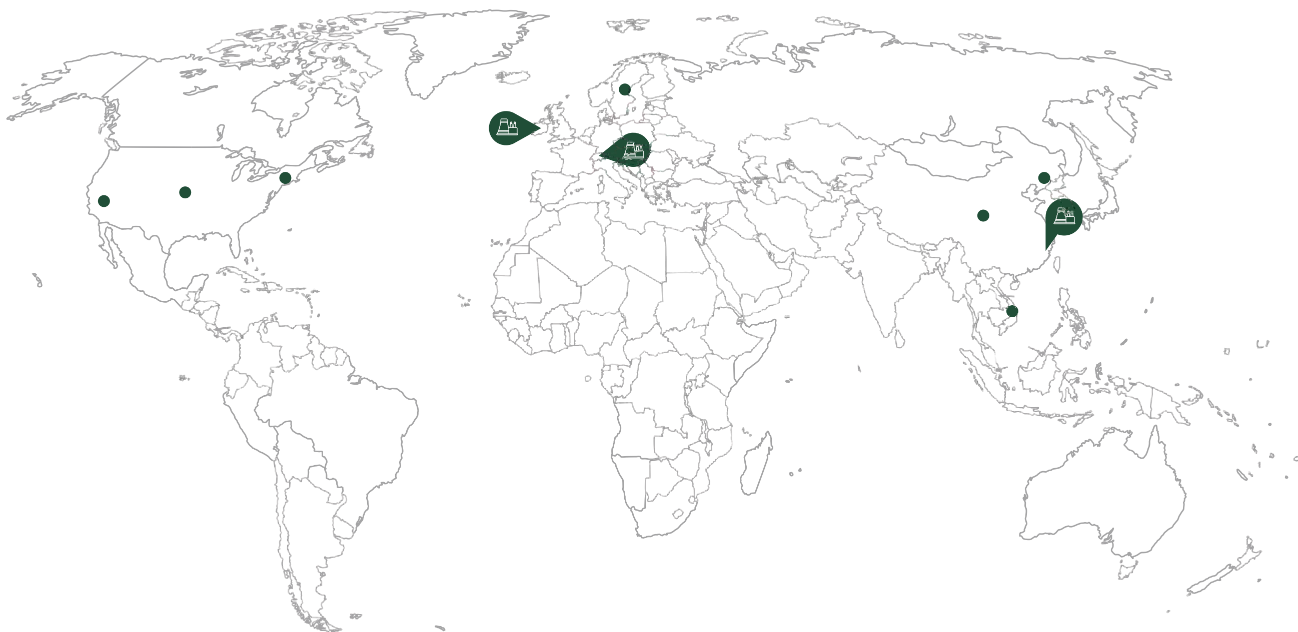
行动文件相关资料

17. 清洁工业用热 - 降低工业用热负荷排放
- 金华市环境保护局2016年工作总结和2017年工作思路
- 浙江金华启动“煤改气”逐步淘汰高污染锅炉政府补助

18.高效电机 - 用高效变速电机替代高能耗电机
- 瑞士EASY电机效率项目：2010-2014项目总结（美国能效经济委员会）

19. 操作培训 -为工厂/能源操作者建立地方工业能源管理培训中心
- ISO 50001 能源管理标准（美国能源部）
- 高级能源绩效：认证ISO50001标准下的能源生产力提升值（美国能源部）

如需查看本章节建议的可参考资源和其他引文，请访问网站rmi.org/carbonfreecities



人类科技并不是唯一的低碳解决方案。城市还可以通过转变生物资源的利用和管理来降低排放、实现碳捕捉，并给城市带来各种其他福利。

章节

5



生物资源

通过管理生物资源来降低二氧化碳排放

20 有机垃圾的转化处理 60
21 城市绿化 62
22 鼓励素食 64
可参考的资源 66

有机垃圾的转化处理

对填埋垃圾中的所有有机物进行分离、转化处理

将包括食物垃圾、园林绿化废弃物、纸板和纸质包装垃圾等在内的有机垃圾从填埋垃圾中分离。有机物在填埋垃圾中会经过厌氧分解产生甲烷，这是温室作用最强的温室气体之一。将有机垃圾从填埋垃圾中分离并进行合理的堆肥处置能够大量降低温室气体排放，同时提供有价值的园林和农业资源。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 住宅有机垃圾分离收运工具指南
- 温哥华限制有机垃圾填埋的相关政策

关键注意事项

! 忽略了有机物重要性的垃圾回收利用项目，即便能够提供其他效益，项目本身对气候变化产生的积极影响也是极小的

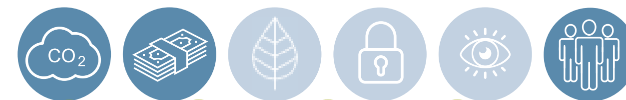
☆ 有机垃圾的分离转化需要行为习惯上的改变，有效的教育活动会对计划的成功起到重要影响

☆ 捕捉堆肥产生的沼气用于实地供热和发电（沼气，热电联产（CHP））

☆ 对建筑施工和拆除项目（C&D）实施回收利用的要求，将木材和其他有机废物从填埋垃圾中分离

⇨ 制定零垃圾行动计划，实现零垃圾目标







← 印度 阿勒皮

印度喀拉拉邦的阿勒皮市曾深受垃圾问题困扰，难闻的垃圾堵塞了这里美丽的河道，临近的城市也对此开始抗议。该市果断停止了垃圾上门收运项目，并开展“清洁家庭，清洁城市”项目，推广安装住宅社区和家庭堆肥和沼气系统。事实证明，与住宅社区和妇女协会的合作是该项目取得成功的关键。该项目仅通过减少垃圾运输车燃料这一举措，就能够每天节约1万卢比。2016年，印度科学与环境中心宣布阿勒皮是印度最清洁的三座城市之一。

全球城市典范

瑞典林雪平 | 只有1%的市政固体垃圾通过填满进行处理，而有机垃圾产生的沼气被用作为交通部门提供燃料

巴西圣保罗 | 旨在转变80%的有机垃圾

澳大利亚悉尼 | 2006年到2012年间将填埋垃圾中有机垃圾的转化比例从27%提高到66%，提前两年完成省级政府目标

加拿大温哥华 | 禁止有机垃圾流入填埋场，并加收处理费

超过350座欧洲城市已做出了零垃圾承诺。



城市绿化

投资城市绿化、公园和其他“绿色基础设施”

设计良好的城市绿化能够形成强有力的碳汇作用，去除大气中的碳并抵消排放。同时它们还可以降低城市热岛效应，从而减少制冷负荷所需的能源消耗。

行动文件

如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 明尼阿波利斯市城市绿化政策
- 明尼阿波利斯市城市规划总览，包括对绿化园林的要求
- 明尼阿波利斯市植树相关条例/规范
- 洛杉矶市城市绿化政策

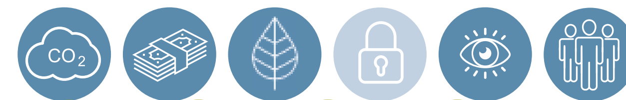
关键注意事项

许多城市树木都有很高的死亡率。所以要以持续的维护工作确保树木存活。这一行动可以与“有机垃圾分离转化”有效配合，利用后者产生的堆肥资源来维护树木

并不是所有树木都能带来同样的碳汇作用，因此最好使用当地树种来提高碳吸收能力

利用政府和社会资本合作模式（PPP模式）落实植树与维护工作，如洛杉矶的“城市植物”计划，底特律的“绿化底特律”计划和芝加哥的“芝加哥地区植树倡议”计划





← 美国 明尼苏达州 明尼阿波利斯

美国明尼苏达州明尼阿波利斯市向来以城市绿化工作闻名。该市在城市条例与规范中加入了绿化政策，并因此得到了广泛认可。研究估计该市的树木每年能够提供价值2490万美元的收益，是城市维护这些资产所花费成本的两倍以上。其中680万美元收益来自于因此而降低的建筑能源成本。明尼阿波利斯全市森林资产总价值高达7.56亿美元。通过城市绿化项目，该市以折扣价格向企业和市民出售树木。同时，该市也经常在各种绿色城市、宜居城市、健康城市排名中名列前茅。

种种研究表明，在建筑或街区周围种植更多的树木可能会减少财产犯罪和暴力犯罪。

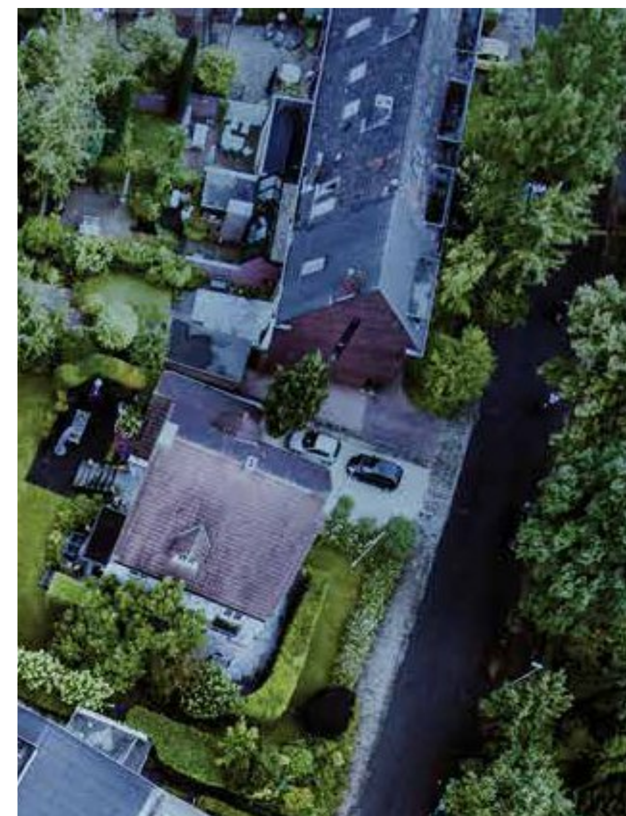
—活力城市实验室

全球城市典范

印度昌迪加尔 | 绿化是昌迪加尔气候行动计划的一部分，重点是保护现有树木和种植新树木

美国加州洛杉矶 | 向市民免费提供树木，由市民负责树木的维护；通过“绿色天使”计划吸引来自房地产行业对植树的支持

中国上海 | 通过参与百万植树计划以及其他的常年努力，上海的绿化面积不断增加



鼓励素食

改变饮食结构，摄入更多植物性食物

改变饮食结构，摄入更多植物性食物，创造机会来推广这些产生更少温室气体排放，同时还能带来健康和相关益处的食物。相反，以肉类为主的饮食结构（尤其是牛肉和猪肉）会大大提高碳足迹。

行动文件

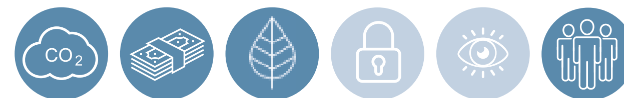
如需查阅行动文件，请浏览网站
rmi.org/carbonfreecities

- 巴塞罗那的“素食友好”城市倡议（加泰罗尼亚语）
- 库亚巴的“有责任的饮食”计划（葡萄牙语）
- 两个学校无肉饮食活动指南（英语和葡萄牙语）

关键注意事项

- 饮食具有很高的个人化和传统化特点，因此城市应避免强制措施而更多地关注于提供不同选择
- 通过文化和地区历史的教育，加大对本土和地方食物的倡导
- 与非营利机构合作共同开展计划
- 基于其他食品相关承诺的政策展开工作，例如意大利米兰的城市饮食政策协定
- 考虑转变为素食城市的此类计划，如意大利都灵市市长所宣布的那样





西班牙 巴塞罗那

2016年，西班牙巴塞罗那市正式宣布成为“素食友好”城市，并开始推广和支持素食餐饮。为了给喜爱植物性食物的人们提供更多选择，该城市制作了一本指南和一款手机应用来帮助市民及游客寻找当地饮食选择。巴塞罗那还为相关产业创业者、投资者和消费者创建了孵化器。并且，城市政府以身作则，在所有市政的饮食服务机构推出了“无肉周一”活动，并要求市政发起的所有活动提供素食和严格素食选择。



全球城市典范

巴西库亚巴市和大瓦尔泽亚市、美国奥克兰市和洛杉矶市、墨西哥韦拉克鲁斯州 | 都在各自城市的学校中开展每周一次的植物性食物膳食活动。奥克兰通过削减30%校园动物制品供应，每年可节约4.2万美元；同时该市校区也因此每年可节约4200万加仑水，并减少14%的碳足迹

巴西圣保罗市 | 与非营利组织合作，启动了全球最大的“无肉周一”计划，每月两次提供一百万份素食餐

中国 | 卫生部发布的膳食指南鼓励国民降低50%的肉类消费

美国德克萨斯州马歇尔市 | 市长在本人经历了健康问题并康复后，发起了非营利组织来推广植物性饮食

“我们深感自豪，因为库亚巴市引领的这一重要行动能够改善公共健康并有助于开发更多可持续项目。我们深信，可持续发展对当今任何严肃的政治管理工作来说都是至关重要的承诺。”

—Emanuel Pinheiro，库亚巴市市长



下方图片来源：Emanuel Pinheiro

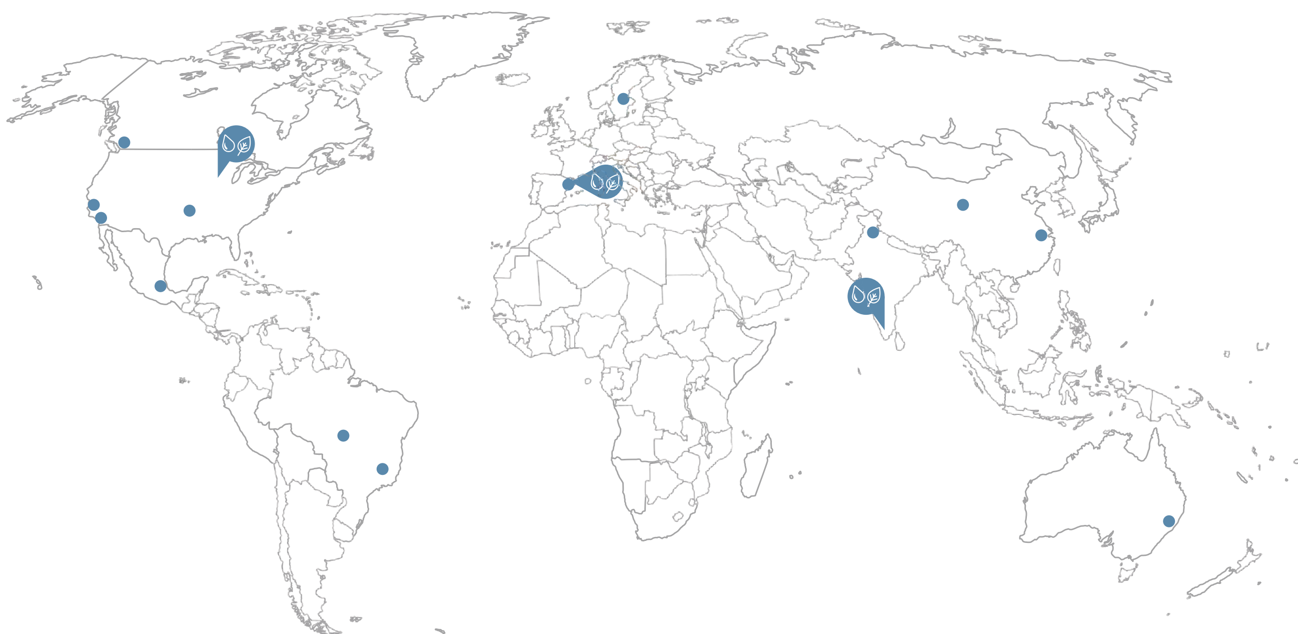
可参考的资源

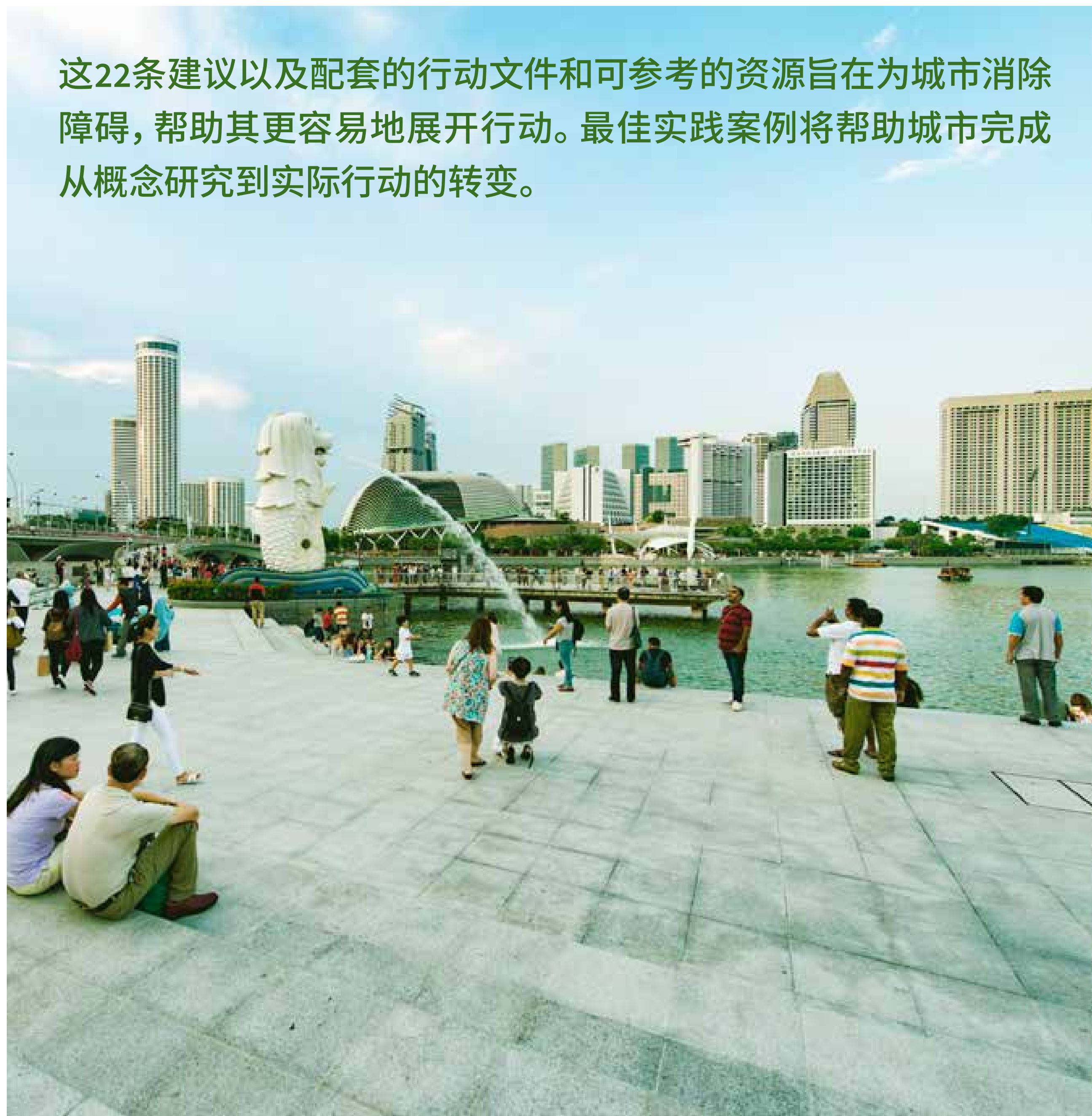
20. 有机垃圾分离 - 分离填埋垃圾中的所有有机物
- 《波罗克瓦尼垃圾管理宣言》
- 中国零废弃联盟
- 《管理和转移城市垃圾流向工作指南》（美国环保局）
- 《通过社区规模堆肥解决垃圾问题：孟加拉国》（清洁空气政策中心）
- 欧洲零垃圾城市网络
- 欧洲堆肥网络
- 《零垃圾行动 – 美国零垃圾住宅社区目录》及相关政策

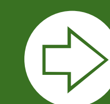
21. 城市绿化 - 投资城市绿化、公园和其他“绿色基础设施”
- 《城市绿化工具》（美国林务局）
- 《为健康植树：公共健康植树活动融资与政策行动分析》（大自然保护协会）
- 《通过城市绿化降低二氧化碳排放：专业和自愿植树者行动指南》（美国农业部）
- 《可持续城市绿化：分步骤具体措施》（美国农业部，Davey研究所）
- 绿色城市的四个标准（植树节基金会和美国州立林务员协会）
- 《i-Tree森林与社区树木评估与管理工具》（美国农业部）
- 《inVest，生态系统服务评价工具》（自然资本项目）

22. 鼓励素食 – 改变饮食结构，摄入更多植物性食物
- 米兰城市饮食政策协定
- 好食物研究所
- 责任膳食巴西
- 责任膳食加拿大

如需查看本章节建议的可参考的资源和其他引文，请访问网站 rmi.org/carbonfreecities







下一步工作

下一步工作 68

未来发展之路

《零碳城市手册》可以帮助城市更容易地在一年之内开展行动。这是因为它能够省去一些对如何开展行动的猜测，并避免因过度分析造成的行动延迟。虽然细致的规划工作十分重要，但我们已没有时间等待每一座城市花费数年的时间来细致策划自己的行动计划。我们需要立即开展行动。当然，在开展行动前你还需要完成以下工作：

首先，你必须选择从哪里开始。要清楚地了解自己城市当前的优先任务，然后才能确定如何利用这些建议为城市的优先任务服务。手册中的部门分类和成果图标可以方便读者识别哪些建议最适合城市的当前任务。此外，你需要精准地了解各种成果如何有助于城市任务的完成，并将各个建议“推销”给你所在城市的决策者。

在低碳发展中进展较慢的城市如今有极佳的机会完成反超。通过本手册建议的行动，这些城市有更大的机会“超越”领域中的领先者。本手册中的建议能够帮助城市跳过漫长的渐进式发展，通过一些关键行动更快地完成飞跃。通过这些努力，这些城市能够迅速赢得领先地位。

你不会独行

要想获得成功，城市必须利用自身以外的资源。通过以下三个机会，你可以更快地开展行动：

- 利益相关方参与：在激励和促进全市范围的落实行动上，城市可以发挥重要的领导作用，通过召开地方会议来组织具体行动。城市可以发挥催化剂的作用，促进各方行动，发挥真正影响力。这种作用在了解更大范围的机遇和限制条件方面也至关重要。

- 区域性合作：许多城市可以通过与特定区域内的其他城市共同采购、分享知识、相互激励等方式更快地发挥更重要的作用。这种合作模式能够克服单个城市发展的障碍，同时实现规模化影响和经济优势。中国达峰先锋城市联盟(China’s Alliance of Peaking Pioneer Cities, APPC) 和由欧洲8座城市组成的欧洲大都市区域韧性交通可持续措施（Sustainable Measures for Achieving Resilient Transportation in Metropolitan Regions, SMARTMR）都是这种合作方式的成功案例。地区范围的合作特别有利于高效完成任务。这方面的例子包括旧金山湾区能源网络和东南密歇根地区能源办公室。

- 城市合作网络： 许多城市合作网络能够帮助城市展现各自的领导力，学习其他城市先进经验并加速应用更多解决方案。一些领先的城市网络包括C40城市联盟，倡导地区可持续发展国际理事会（ICLEI）的可持续发展地方政府合作组织，以及碳中和城市联盟。

未来策略

本手册可能会是一系列《零碳城市手册》中的第一册。整个产业的实践者们都在快速地学习和创新。本手册介绍了当前各种高效的无悔减排行动，但要实现我们的终极目标，这还只是个开始。我们欢迎读者向我们提出各种意见和建议，从而让我们更好地与整个产业分享。

由于我们只专注于已经过验证的解决方案，许多正在出现的创新战略尚未出现在这本手册中。具有前瞻性的城市可能会先行采用这些战略，使其成为其他城市能够学习的成功经验。这些未来战略可能包括：具有经济效益的住宅和商业建筑的净零能耗改造、可再生能源供热和空调、自动驾驶汽车、本地食品生产和需求侧灵活性项目等。诚邀全球各地正在实施此类极具影响力项目的城市与我们取得联系。

世界正在前行

改革的势头正在全球各地酝酿。在国际性合作的舞台之上，城市应该引领这场运动。城市如果不主动展开行动，就只能跟随其他领导力量为其设定的道路，因而失去关键的成长机遇。

这些变革毫无疑问即将来临，我们不能再继续等待。不要再观察其他城市如何尝试，这些行动的时机已经成熟。无需再等待其他挑战，现在就展开行动可以一次性解决气候、能源、就业和城市韧性等各种问题。不要再等到其他人为你指引道路，你就是世界需要的行动领袖。

现在就是开始行动的时刻，加入这一全球性改革浪潮，为自己的城市定义发展的道路。向世界展示你的城市如何发挥自己的历史、文化和领袖作用，以自己的方式完成这些转变。我们期待着看到你的表现，也期待着和你一起实现我们这个时代最伟大的胜利。

鸣谢

本手册作者特别鸣谢Michael Northrop和洛克菲勒兄弟基金会对撰写本手册提供的最初构想、专业知识以及慷慨支持。

作者也要感谢以下个人和组织所提供的洞见、观点以及协助。

Lan Marie Nguyen Berg, 奥斯陆市
Iain Campbell, 落基山研究所
Flavia Beatriz Azevedo Carloni, 里约热内卢市
Joel Cesare, 圣塔莫妮卡市
Coreina Chan, 落基山研究所
陈济, 落基山研究所
Abdeluheb Choho, 阿姆斯特丹市
Allison Crow, 落基山研究所
Peter Paul Ekker, 阿姆斯特丹市
Jim Gannon, 爱尔兰可持续能源管理局
Cara Goldenberg, 落基山研究所
Renata Scarellis, MFA悯惜动物
Morton Kabell, 阿姆斯特丹市
Andreas Hein, 阿姆斯特丹市
Cody Hooven, 圣地亚哥市
Greg Hopkins, 落基山研究所
Aditya Jain, 能效服务有限公司
Sadhu Johnston, 温哥华市
Thomas Koch Blank, 落基山研究所
Saurabh Kumar, 能效服务有限公司
Douglas Le, 纽约市
Richard Li, 落基山研究所
蒙姿合, 落基山研究所
Jess Miller, 悉尼市
Dave Mullaney, 落基山研究所
Dennis Murphey, 堪萨斯城
Chris Nelder, 落基山研究所
Emanual Pinheiro, 库亚巴市
Trude Rauken, 奥斯陆市
Katie Robb, 温哥华市
Gregor Robertson, 温哥华市
Rachel Ryan, 悉尼市
Cynthia Shih, 麦肯锡公司
Doug Smith, 温哥华市
宋佳茵, 落基山研究所
Marcos Tagnozzi, 里约热内卢市
Saumya Tiwari, 能效服务有限公司
Jeffrey Waller, 落基山研究所
王喆, 落基山研究所
Jeruld Weiland, 落基山研究所
Dan Zarrilli, 纽约市



美国科罗拉多州巴索尔特
双溪路22830号 邮编：CO81612
www.rmi.org

1.0版本©落基山研究所版权所有 Rocky Mountain Institute® 和RMI®是已注册商标